
DIPLOMARBEIT

Herr Ing.
Alexander Amon

**Strukturierung und
Standardisierung von
Auftragsabwicklungsprozessen
Schwerpunkt Konstruktion und
Beschaffungslogistik
in der Bühnentechnik**

Wien, 2013

DIPLOMARBEIT

Strukturierung und Standardisierung von Auftragsabwicklungsprozessen Schwerpunkt Konstruktion und Beschaffungslogistik in der Bühnentechnik

Autor:

Herr Ing. Alexander Amon

Studiengang:

Mechatronik

Seminargruppe:

KM08w2MHA

Erstprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Reglich

Zweitprüfer:

Erwin Papst, MSc.

Einreichung:

Mittweida, 05.07.2013

Verteidigung/Bewertung:

Mittweida, 2013

Bibliografische Beschreibung:

Amon, Alexander:

Strukturierung und Standardisierung von Auftragsabwicklungsprozessen
Schwerpunkt Konstruktion und Beschaffungslogistik in der Bühnentechnik
87 Seiten, 12 Abbildungen, 14 Tabellen, 0 Anlagen

Hochschule Mittweida (FH), Fakultät Maschinenbau

Diplomarbeit, 2013

Referat:

Im Anlagenbau, im speziellen in der Bühnentechnik, spielt die Logistik eine große Rolle, da eine Gesamtanlage aus unterschiedlichsten Komponenten besteht. Alle Komponenten einer Anlage müssen zusammenspielen, um die Funktion derer zu gewährleisten, dies setzt einen reibungslosen Zusammenbau voraus. Die Komponenten werden dezentral hergestellt und sind möglichst optimal zusammenzuführen, um den problemlosen Zusammenbau zu ermöglichen.

In dieser Diplomarbeit werden anhand einer Beispielanlage Problematiken und Lösungsansätze aufgezeigt. Diese Themen werden ausgearbeitet und mit Hilfe dieser, ein strukturierter Leitfaden für die Auftragsabwicklung von bühnentechnischen Anlagen aufgestellt.

Inhaltsverzeichnis

1 Darstellung der Problemstellung am Beispiel eines Eisernen Vorhanges.....	1
1.1 Erläuterung Eiserner Vorhang.....	2
1.1.1 Funktion in Veranstaltungsstätten.....	2
1.1.2 Anforderungen, Funktionsweise und Aufbau.....	3
1.2 Logistik eines Eisernen Vorhanges.....	7
1.2.1 Informationsmanagement/Informationslogistik.....	7
1.2.2 Logistikaufwand bei der Herstellung.....	8
1.2.3 Logistikaufwand bei der Montage.....	8
1.3 Grundlegende Lösungsansätze.....	10
1.3.1 Informationsmanagement/Informationslogistik.....	10
1.3.2 Beschaffungs- und Produktionslogistik.....	11
1.4 Konkreter Lösungsweg.....	13
1.4.1 Informationsmanagement/Informationslogistik bei einem Eisernen Vorhang.....	15
1.4.1.1 Anforderungen eines Eisernen Vorhanges.....	15
1.4.1.2 Bearbeitung von Teilbereichen eines Eisernen Vorhanges.....	17
1.4.2 Beschaffungs- und Produktionslogistik bei einem Eisernen Vorhang.....	19
1.5 Resümee der Problemstellung.....	25
2 Leitfaden für auftragsneutrale Prozesse.....	27
2.1 Informationsgehalt von Grunddaten/Stammdaten.....	31
2.2 Beschreibung des Produkt-Strukturaufbaus.....	38
2.3 Informationsmanagement.....	44
2.3.1 Dokumenten-Lebenszyklus-Management.....	48
2.3.2 Änderungsmanagement.....	49
2.3.3 Informationsfluss.....	51
2.4 Zusammenfassung Auftrags- neutrale Prozesse.....	53
3 Leitfaden für die Auftragsabwicklung entlang einer Auftragsstruktur.....	55
3.1 Beschreibung des Auftragsstrukturaufbaus.....	55
3.2 Informationsgehalt von Auftragsdaten.....	61
3.2.1 Mengeninformation.....	61
3.2.2 Ortsinformationen.....	61
3.2.3 Termininformationen.....	62
3.2.4 Lagerbestandsdaten.....	62
3.2.5 Logistische Informationen.....	63
3.2.6 Auftragsbezogene Dokumente.....	63
3.3 Beschaffungs- und Produktionslogistik.....	64
3.3.1 Bedarfserfassung.....	64
3.3.2 Bedarfsdeckung.....	67
3.3.3 Supply Chain Management.....	69

4 Schnittstellendefinition einzelner Fachbereiche.....	73
5 Gesamtleitfaden Auftragsabwicklung.....	75
6 Resümee, Nutzen und Möglichkeiten der Strukturierung und Standardisierung.....	77
7 Begriffserläuterungen.....	79
8 Literaturverzeichnis.....	83
9 Selbstständigkeitserklärung.....	85

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Veranstaltungsstätte, schematische Darstellung.....	2
Abbildung 1.2: Eiserner Vorhang, geöffnetes Portal.....	3
Abbildung 1.3: Torblatt Eiserner Vorhang, Aufbau.....	6
Abbildung 1.4: Grobstruktur Eiserner Vorhang.....	14
Abbildung 1.5: Diagramm: Nutzen/Aufwand bei Arbeitspaketdetaillierung.....	17
Abbildung 1.6: Substruktur Seilwinde.....	18
Abbildung 2.1: Diagramm: Nutzen/Aufwand von Arbeitspaketergebnissen Unternehmensweit.....	28
Abbildung 2.2: Diagramm: Nutzen/Aufwand von Arbeitspaketergebnissen pro Auftrag.....	28
Abbildung 2.3: Beispiel für Teilestammdaten.....	33
Abbildung 3.1: Grobgerüst Auftragsstruktur.....	59
Abbildung 3.3: Grobgerüst Einzelanlage Prospektzug.....	60
Abbildung 5.1: Gesamtleitfaden in kompakter Form.....	77

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1: Einfluss Anforderung-Komponente.....	15
Tabelle 1.2: Beschaffung/Produktion Beispiel Seilwinde.....	22
Tabelle 2.1: Beispiel Teile Kategorisierung.....	35
Tabelle 2.2: Beschreibende Parameter.....	37
Tabelle 2.3: Beschaffungs- und Produktionslogistik Parameter.....	38
Tabelle 2.4: Beispielstruktur Blechteil.....	41
Tabelle 2.5: Beispielstruktur Stahlprofil.....	41
Tabelle 2.6: Beispielstruktur bearbeiteter Normteil.....	42
Tabelle 2.7: Beispielstruktur bearbeiteter Katalog-Teil.....	42
Tabelle 2.8: Beispielstruktur Schweißbaugruppe.....	43
Tabelle 2.9: Beispielstruktur Schweißbaugruppe aufgelöst.....	44
Tabelle 3.1: Beispielstruktur Schweißbaugruppe aufgelöst Mengenermittlung..	67
Tabelle 3.2: Ziele der Umgestaltung der Beschaffungsstrategie.....	72
Tabelle 7.1: Begriffserläuterungen.....	83

Abkürzungsverzeichnis

bzw.	beziehungsweise
ca.	zirka
etc.	Et cetera
inkl.	Inklusive
PDF	Portable Document Format
SCM	Supply Chain Management
usw.	und so weiter
z.B.	zum Beispiel

Vorwort

Die Abarbeitung von Aufträgen entlang strukturierter und standardisierter Auftragsabwicklungsprozessen ist im Allgemeinen ein zentrales Thema in Unternehmen. Speziell im Bereich des Bühnenbaus, der einen Teilbereich des Anlagenbaus darstellt, sind die Prozesse in der Konstruktion sowie der Beschaffungslogistik essentiell für die erfolgreiche Abwicklung von Aufträgen. Die bestehenden Prozesse in dem Unternehmen „Waagner-Biro Austria Stage Systems AG“ sind für die aktuellen Anforderungen aufgrund der derzeitigen Auftragslage nicht mehr akkurat. Aus diesem Grund besteht der Bedarf entsprechende Auftragsabwicklungsprozesse für die Schwerpunkte Konstruktion und Beschaffungslogistik zu entwickeln.

Diese Diplomarbeit soll den Bedarf decken, indem ein Leitfaden für die genannten Prozesse erarbeitet wird. Die Anforderungen für die zu erarbeitenden Prozesse entstammen aktuellen für den Bühnenbau typischen Aufträgen. Die Abwicklung dieser Aufträge ähnelt der Abwicklung von Aufträgen im allgemeinen Anlagenbau, wodurch auch die Prozesse und Anforderungen mit jenen aus diesem Bereich vergleichbar sind.

Die Ausarbeitung der Abläufe, basiert teilweise auf entsprechender Literatur, größtenteils jedoch auf der persönlichen praktischen Erfahrung aus bereits abgewickelten Aufträgen. Aus diesen Aufträgen wurden bewährte Abläufe, vor allem aber erkanntes Verbesserungspotential und bekannte Fehlerquellen genutzt, um darauf aufbauend strukturierte Prozesse zu entwickeln. Diese Prozesse stellen standardisierte Abläufe dar, die eine geordnete Abarbeitung von Aufträgen ermöglichen. Standardisierte Abläufe, die bei jedem Auftrag nahezu gleich verlaufen, erlauben eine Optimierung des Verhältnisses zwischen Aufwand und Nutzen einzelner Prozesse. Außerdem soll durch die Standardisierung eine möglichst weitreichende Wiederverwendbarkeit von Arbeitsergebnissen erreicht werden.

Die Beschreibung der Prozesse ist allgemein gehalten, um das Anwendungsspektrum möglichst breit zu gestalten. Beispielsweise ist die Unterstützung durch Softwaretools nicht auf spezielle Werkzeuge bezogen. Lediglich einzelne Aufgaben, die von entsprechenden Werkzeugen übernommen werden können, werden beschrieben. Dabei steht das Ergebnis und nicht die softwaretechnische Umsetzung im Vordergrund.

Bei der Ausarbeitung der Auftragsabwicklungsprozesse wird von jenen Randbedingungen ausgegangen, die durch die praktische Anwendung vorgegeben sind. Eine dieser Randbedingungen ist, dass sämtliche zu produzierenden Teile zugekauft werden müssen, da das Referenzunternehmen „Waagner-Biro Austria Stage Systems AG“ über keine eigene Fertigung verfügt. Des Weiteren ist die Kombination unterschiedlicher Fachbereiche, wie z.B. dem Maschinenbau und der Elektrotechnik, bei der Auftragsabwicklung zu berücksichtigen. Diese Kombination resultiert aus dem Einsatz unterschiedlicher Komponenten im Bereich des Bühnenbaus.

Kernthema dieser Arbeit sind die Prozesse der Konstruktion sowie der Beschaffungslogistik, deren Strukturierung und Standardisierung den Inhalt dieser Arbeit bilden. Andere Prozesse, die der erfolgreichen Auftragsabwicklung dienen, sind hier nicht bzw. nur in geringem Maße behandelt, wie z.B. die Abläufe des Projektmanagements. Auch Prozesse betreffend Kalkulation, Buchhaltung, Controlling oder After-Sales Services sind nicht Teil dieser Ausarbeitung. Im Vordergrund steht die Erarbeitung strukturierter Abläufe, um Blind- und Fehlleistung in den Bereichen Konstruktion und Beschaffung zu minimieren und nachvollziehbare Ergebnisse zu garantieren.

Der Aufbau dieser Diplomarbeit stellt sich so dar, dass die Problemstellung im Kapitel 1 anhand einer für die Bühnentechnik typische Anlage aufgearbeitet ist. Die Kapiteln 2 und 3 befassen sich mit einzelnen Abläufen und Arbeitsweisen, die die Grundlage für strukturiertes Arbeiten bilden. Hierbei wird nur indirekt Bezug auf die Beispielanlage genommen. Eine grobe Zuordnung von Zuständigkeiten ist in Kapitel 4 erläutert. Kapitel 5 bildet eine Zusammenfassung der einzelnen Abläufe und somit den zentralen Gesamtleitfaden. Abschließend sind in Kapitel 6 Nutzen und Möglichkeiten der Strukturierung und Standardisierung zusammengefasst.

1 Darstellung der Problemstellung am Beispiel eines Eisernen Vorhanges

Im folgenden Kapitel wird die Auftragsabwicklung des Baus eines Eisernen Vorhanges in groben Zügen beschrieben. Der sogenannte Eiserne Vorhang ist eine von vielen typischen Einzelanlagen, welche in Veranstaltungsstätten wie z.B. Theatern, eingebaut werden. Die Abwicklung dieser Einzelanlage ist somit für ein in der Bühnentechnik tätiges Unternehmen, ein charakteristischer Auftrag. Im Zuge der Beschreibung dieser Abwicklung werden essentielle Probleme bzw. Anforderungen und mögliche Lösungsansätze an die spezielle Logistik bühnentechnischer Anlagen aufgearbeitet.

1.1 Erläuterung Eiserner Vorhang

1.1.1 Funktion in Veranstaltungsstätten

Der Eiserner Vorhang, oder auch Schutzvorhang genannt, ist ein Brandschutzelement, welches in nahezu allen Ländern weltweit für Veranstaltungsstätten ab einer gewissen Größe verpflichtend ist. Obwohl Vorhang genannt, besteht ein Eiserner Vorhang nicht aus Textilien, sondern gleicht eher einem Tor. Der genaue Aufbau wird später erläutert. Dieser Vorhang hat die Aufgabe, im Brandfall das Zuschauerhaus vom Bühnenhaus so abzutrennen, sodass weder Feuer noch Rauch übertreten können. Die beiden Häuser müssen aus brandschutztechnischen Gründen unabhängige Brandabschnitte sein. Die Portalöffnung verbindet diese beiden Brandabschnitte und muss somit im Regelfall durch den Eisernen Vorhang geschlossen sein. Der Eiserner Vorhang darf nur in Ausnahmefällen gehoben werden, das hat zur Folge, dass aus brandschutztechnischer Sicht jede Vorstellung ein Ausnahmefall ist. ¹

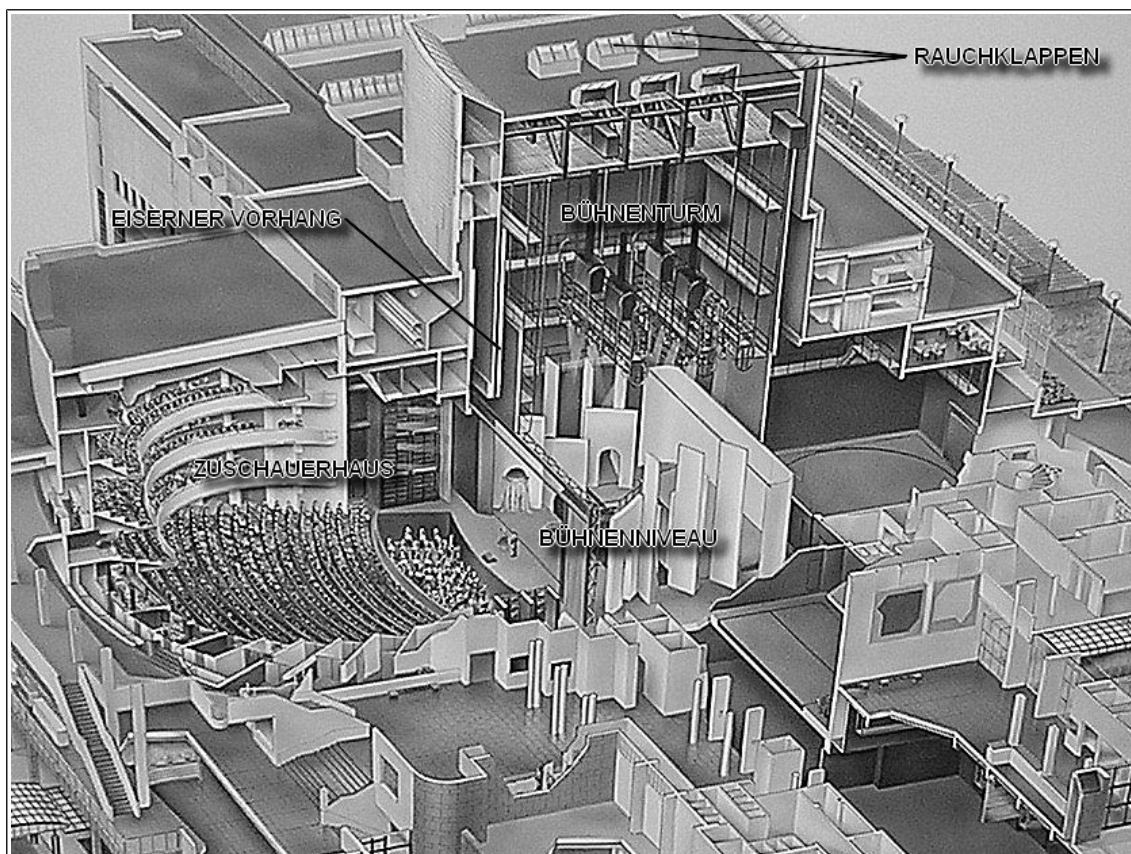


Abbildung 1.1: Veranstaltungsstätte, schematische Darstellung²

¹ Vgl. Norm ÖNORM M 9630 Teil 4. Maschinelle bühnentechnische Einrichtungen, 4. Kurtine [22]

² Quelle: Fa. Waagner-Biro

1.1.2 Anforderungen, Funktionsweise und Aufbau

Beim Auftreten eines Brandes bei geöffnetem Portal muss dieses, entsprechend den für die jeweilige Veranstaltungsstätte geltenden Vorschriften, in einer gewissen Zeit geschlossen werden. Meist liegt die geforderte Gesamtschließzeit (vom Auslösen des Schließvorganges bis zur vollständigen Abschottung) bei einer halben Minute. Im Hinblick auf die Größe der Portalöffnung und die daraus folgende Größe des erforderlichen Schutzvorhanges ist die Schließzeit oft ein kritischer Faktor beim Bau eines solchen Vorhanges. Eine weitere Anforderung an einen Eisernen Vorhang ist, dass der gesamte Schließvorgang unabhängig von der Stromversorgung durchführbar sein muss. Dies soll sicherstellen, dass auch bei Stromausfall die Brandabschnitte Zuschauerhaus und Bühnenhaus voneinander getrennt werden können.

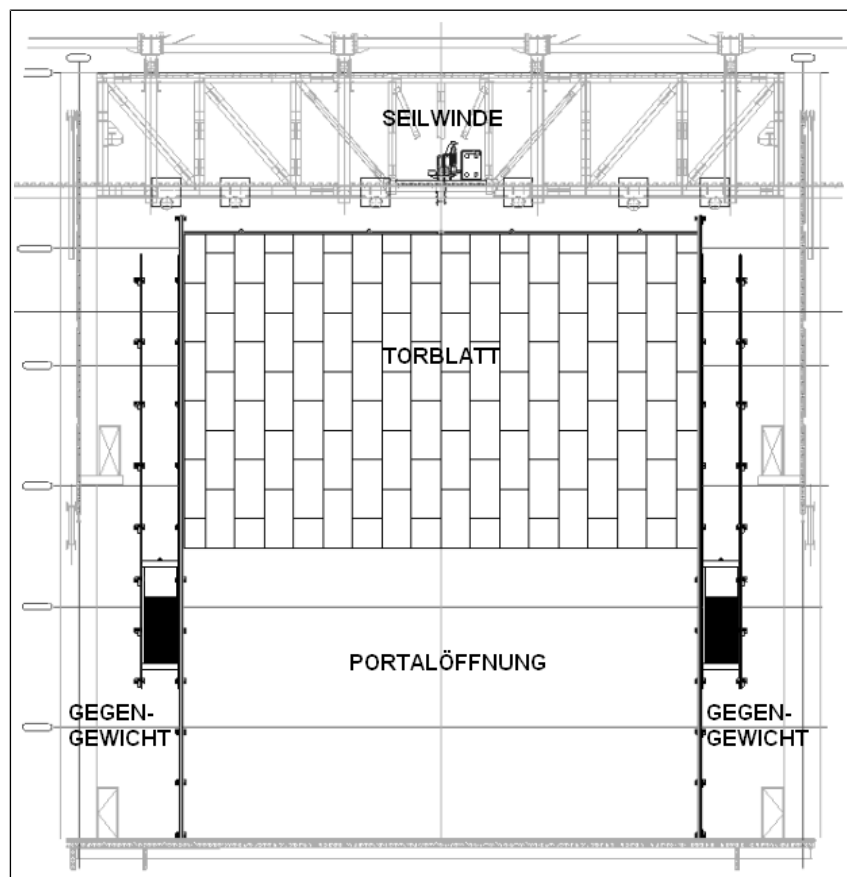


Abbildung 1.2: Eiserner Vorhang, geöffnetes Portal³

Bei geöffnetem Portal ist ein Eiserner Vorhang meist im Bühnenturm oberhalb der Portalöffnung direkt hinter der Portalwand verstaut. Der Großteil des Eigengewichts eines Eisernen Vorhangs wird durch Gegengewichte ausgeglichen. Das nicht ausgeglichene Eigengewicht nimmt in den meisten Fällen eine Seilwinde auf, mit Hilfe derer der Eisernen Vorhang gehoben und gesenkt und somit das Portal geöffnet und geschlossen werden kann. Im Regelbetrieb erfolgt sowohl das Öffnen als auch das Schließen der Portalöffnung mit Hilfe von elektrischem Strom. Im Notfall muss jedoch, wie bereits erwähnt, das Schließen des Portals und somit das Senken des Eisernen Vorhangs auch ohne Stromversorgung möglich sein.

Der Schließvorgang erfolgt im Notfall mit Hilfe eines Übergewichts, das aufgrund dessen vorhanden ist, dass nicht das gesamte Eigengewicht des Schutzvorhangs durch Gegengewichte ausgeglichen ist. Dieses Übergewicht wird im Regelbetrieb von der genannten Seilwinde aufgenommen. Daraus ergibt sich für die Seilwinde die Anforderung, den Schließvorgang im Notfall ohne externe Stromversorgung zu steuern.

Der gesamte Schließvorgang besteht grob aus drei Phasen, welche über die Seilwinde gesteuert werden müssen. Zu Beginn des Schließvorganges befindet sich der Eisernen Vorhang in oberster Position, sodass das Portal komplett geöffnet ist. Der Eisernen Vorhang ist im Stillstand, das bedeutet, dass das gesamte Eigengewicht des Eisernen Vorhangs von den Gegengewichten bzw. der Seilwinde aufgenommen wird. Folgende Phasen sind für den Gesamtschließvorgang notwendig:

1. Beschleunigung des Schutzvorhangs aus dem Stillstand bis zu einer gewissen Senkgeschwindigkeit
2. Senken mit konstanter Geschwindigkeit
3. Begrenzung der Senkgeschwindigkeit, um ein sanftes Aufsetzen des Schutzvorhangs auf den Bühnenboden zu gewährleisten und dadurch Beschädigungen zu vermeiden

Diese drei Phasen ergeben die Gesamtschließzeit und dürfen die geforderte Schließzeit nicht überschreiten. Zu berücksichtigende Einflussfaktoren sind hierbei unter anderem die Größe der Portalöffnung, das Eigengewicht des Schutzvorhangs, die Masse der Gegengewichte, die Massenträgheit des Gesamtsystems und die auftretende Reibung.

Wie oben erläutert ist der Schließvorgang durch die Seilwinde ohne externe Stromversorgung zu steuern. Je nach Phase des Schließvorganges hat die Seilwinde unterschiedliche Last aufzunehmen. Die Seilwinde ist gemäß den Vorschriften in der Bühnentechnik mit einer Sicherheitsbremse ausgestattet, welche bei fehlender Stromversorgung ein Senken der aufgenommenen Last, in diesem Fall das nicht ausgeglichene Eigengewicht des Eisernen Vorhangs, durch Blockieren der Winde verhindert. Die erwähnte Sicherheitsbremse muss gelüftet werden, um ein Senken des Eisernen Vorhangs zu ermöglichen. Dies erfolgt je nach Not-Auslöseeinrichtung mechanisch oder elektronisch. Für das elektronische Öffnen der Bremse ist eine separate Batterie erforderlich, da davon ausgegangen werden muss, dass keine externe Stromversorgung zur Verfügung steht.

Zur Begrenzung der Senkgeschwindigkeit des Eisernen Vorhanges wird der Elektromotor, welcher im Regelbetrieb zum Heben des Eisernen Vorhanges dient, als Generator eingesetzt. Es werden zwei unterschiedliche elektrische Widerstände eingesetzt, um die gewünschte konstante Senkgeschwindigkeit und die begrenzte Geschwindigkeit beim Aufsetzen des Schutzvorhanges zu erreichen. Die Widerstände werden durch mechanische Positionsschalter, je nach Position des Schutzvorhanges, zu- bzw. weggeschaltet. Bei der Berechnung der Senkgeschwindigkeiten ist neben der Gesamtschließzeit auch die Belastung der Komponenten zu berücksichtigen. Zum Beispiel ist darauf zu achten, dass keine zu große Drehzahl am Generator erreicht wird. Aus Sicherheitsgründen wird meist zusätzlich zu den elektronischen Bremssystemen eine Fliehkraftbremse eingebaut, welche beim Ausfall aller elektronischen Komponenten ein ungebremstes Herabfallen des Eisernen Vorhanges verhindert.

Die Auslösung des Notschließvorganges kann elektronisch oder mechanisch erfolgen. In modernen Veranstaltungsstätten ist meist eine Brandmeldeanlage vorhanden, welche im Brandfall sinnvollerweise den Notschließvorgang elektronisch einleitet. In manchen Fällen sind zusätzlich mindestens zwei voneinander unabhängige, mechanische Auslöseeinrichtungen vorgeschrieben, die sich auf Bühnenniveau befinden. Dieser Anforderung wird im Allgemeinen durch einen Seilzugmechanismus nachgekommen.

Das Element des Eisernen Vorhanges, welches durch die beschriebenen Mechanismen bewegt wird und die Portalöffnung verschließt, wird auch Torblatt genannt. Dieses Element ist aus brandschutztechnischer Sicht der eigentliche Eiserne Vorhang und muss gewisse Anforderungen erfüllen. Ist die Portalöffnung geschlossen, ist nur noch das Torblatt selbst und die zugehörigen Verbindungselemente zur Portalwand brandschutztechnisch relevant. Solch relevante Elemente sind z.B. die Führungen und Dichtungen des Torblattes, welche letztendlich die Portalöffnung vollständig abschotten.

Wesentliche Einflussfaktoren auf die Konstruktion des Torblattes sind der Feuerwiderstand sowie die Rauchdichtheit, aber auch die entstehende Druckdifferenz zwischen Zuschauerhaus und Bühnenhaus. Bricht im Bühnenhaus Feuer aus, werden sogenannte Rauchklappen an der Decke des Bühnenturms geöffnet, damit der Rauch aus dem Bühnenhaus entweichen kann. Der dadurch entstehende Kamineffekt hat eine Sogwirkung auf Bühnenniveau zur Folge, welche eine nicht unwesentliche Druckdifferenz entstehen lässt. Abhängig von der vorherrschenden Druckdifferenz und der Größe der Portalöffnung muss das Torblatt erhebliche Kräfte aufnehmen, ohne dass dabei der Feuerwiderstand bzw. die Rauchdichtheit beeinflusst wird. Aus diesem Grund besteht das Torblatt aus einer Stahlkonstruktion, welche die Kräfte aufnimmt. Diese Stahlkonstruktion hat ein massives Gewicht des Torblattes zur Folge.

Der erforderliche Feuerwiderstand wird oft dadurch erreicht, dass die Stahlkonstruktion mit Dämmmaterial und brandhemmenden Platten, welche auch im Trockenbau eingesetzt werden, verkleidet wird. Hierbei ist darauf zu achten, dass die tragende Stahlkonstruktion ausreichend vor Wärmeeinfluss durch Feuer geschützt ist, da dieser Einfluss die Tragfähigkeit des Stahls verringert. In manchen Veranstaltungsstätten, vor allem in älteren Gebäuden, ist die tragende Stahlkonstruktion nicht mit wärmeisolierendem Material, sondern mit Blechtafeln verkleidet. Bei solchen Konstruktionen wird dem Wärmeeinfluss entgegengewirkt, indem der Eiserne Vorhang durch eine Sprinkleranlage mit Wasser gekühlt wird.

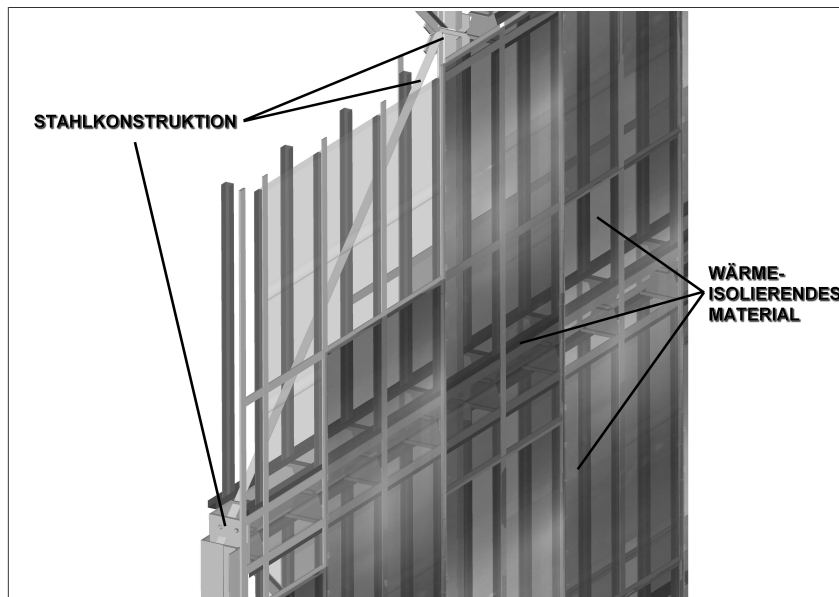


Abbildung 1.3: Torblatt Eiserner Vorhang, Aufbau⁴

Der Eiserne Vorhang wird auch dazu genutzt die Bühne während Pausen bei Veranstaltungen vor den Zuschauern zu verbergen, um Umbauarbeiten zu ermöglichen, ohne dass die Zuschauer davon gestört werden. Aus dieser Nutzung ist eine weitere Anforderung an Eiserner Vorhänge entstanden, nämlich die der Schallisolierung. Die Anforderung der Schallisolierung kann zusätzliche Komponenten, wie z.B. Schalldämpfer bei Führungen erforderlich machen.

Zusammengefasst ist ein Eiserner Vorhang (oder Schutzvorhang) eine komplexe Anlage, die aus einer Vielzahl unterschiedlichster Komponenten besteht, welche aus den zahlreichen Anforderungen resultieren.

⁴ Quelle: Fa. Wagner-Biro

1.2 Logistik eines Eisernen Vorhanges

Wie im vorhergehenden Abschnitt erläutert, handelt es sich beim Gesamtsystem Eiserner Vorhang um eine Anlage, die sich aus vielen unterschiedlichen Komponenten zusammensetzt. In einer solch komplexen Anlage spielen Elemente aus unterschiedlichen Fachbereichen wie z.B. dem Brandschutz, der Elektrotechnik, dem Stahlbau und dem Maschinenbau zusammen, woraus sich nicht nur konstruktive, sondern auch logistische Herausforderungen ergeben. Im Folgenden werden die einzelnen logistischen Herausforderungen erläutert.

1.2.1 Informationsmanagement/Informationslogistik

Aufgabe des Informationsmanagement ist es dafür zu sorgen, dass Informationen effektiv und effizient eingesetzt werden. Informationsmanagement ist somit ein integraler Bestandteil und eine Querschnittsfunktion der Unternehmensführung⁵.

Aus Sicht eines Anlagenbau-Unternehmens, im speziellen eines Bühnenbau-Unternehmens, beginnt die logistische Herausforderung bereits bei der Planung eines Eisernen Vorhanges. Durch die Verwendung von Komponenten aus unterschiedlichsten Fachbereichen sind für die Planung fachkundige Informationen notwendig, welche aus den jeweiligen Fachbereichen eingeholt und eingearbeitet werden müssen.

Voraussetzung dafür, dass Informationen für einen speziellen Schutzvorhang aus den unterschiedlichen Bereichen überhaupt angefordert werden können, ist die Aufarbeitung und Unterteilung der spezifischen Anforderungen. Die jeweiligen Bedingungen für die einzelnen Komponenten müssen aus der Spezifikation der Gesamtanlage herausgearbeitet und den spezifischen Fachbereichen zugeordnet werden. Anhand dieser gefilterten Anforderungen, sind die zugehörigen Informationen zur Erfüllung der jeweiligen Anforderungen zu erarbeiten und zu dokumentieren.

Durch die hohe Anzahl an Komponenten, ergibt sich auch eine große Menge an Anforderungen und Informationen, welche nachvollziehbar und zuordenbar dokumentiert sein müssen. Dies ist eine Grundvoraussetzung, um die konstruktiven Anforderungen erfüllen zu können.

Zusätzlich zu der großen Menge an Informationen stellen auch die unterschiedlichen Arten an Informationen, welche darüber hinaus in unterschiedlicher Form zur Verfügung stehen, Schwierigkeiten dar. Informationen werden zum Beispiel in Form von Zeichnungen, Berechnungen, Datenblättern oder Zertifikaten bereitgestellt, die in manchen Fällen als elektronisches Originaldokument (im Dateiformat der Erstellungssoftware), als universelles elektronisches Dokument (PDF oder Bild) bzw. in gedruckter Form zur Verfügung stehen.

⁵ Vgl. Lackes R., Siepermann M., Möhrle M. G., Specht D.(2012). Stichwort: Informationsmanagement [online] [4]

Nicht nur das Anfordern, Sammeln und Verarbeiten von Informationen ist Teil des Informationsmanagements, sondern auch die Weitergabe von Informationen. Eingehende Informationen müssen verarbeitet und in gefilterter und strukturierter Form zugeordnet und weitergegeben werden. Zum Beispiel werden anhand eingehender Informationen Konstruktionszeichnungen erstellt, die in Verbindung mit z.B. Fertigungsvorschriften und Lieferanweisungen, in einer Form übermittelt werden, die einerseits die Erstellung der jeweiligen Komponenten ermöglicht und andererseits die Zuordnung für die Verwendung der Komponenten gewährleistet.

1.2.2 Logistikaufwand bei der Herstellung

Wird davon ausgegangen, dass ein Bühnenbau-Unternehmen, welches einen Eisernen Vorhang zu erbauen hat, keine Komponenten selbst produziert, ergibt sich die Herausforderung, dass sämtliche Komponenten zugekauft bzw. deren Produktion beauftragt werden muss. Dies wiederum bedeutet eine aufwendige Koordination einzelner Sub-Lieferanten.

Sämtliche Einzelkomponenten müssen beschafft und am richtigen Ort, zur richtigen Zeit zur Weiterverwendung zur Verfügung stehen. Einzelkomponenten werden mit anderen Komponenten zu Baugruppen zusammengesetzt, welche wiederum in größeren Baugruppen verbaut werden. Je nach Komplexität der Gesamtanlage können mehrere Zusammenbaustufen erforderlich sein, bevor Baugruppen, unter Umständen auch Einzelkomponenten, am Montageort zur Gesamtanlage zusammengefügt werden können.

1.2.3 Logistikaufwand bei der Montage

Ähnlich der Logistik bei der Herstellung muss auch für den erfolgreichen Ablauf der Montage sichergestellt sein, dass die richtigen Komponenten zur richtigen Zeit, in der korrekten Reihenfolge am Montageort zur Verfügung stehen. Wie auch oben erwähnt, ist die Schwierigkeit die hohe Anzahl an Sub-Lieferanten, wobei beim Montieren unter Baustellenbedingungen noch zusätzliche Faktoren zu berücksichtigen sind. Diese werden im Folgenden in groben Zügen erläutert.

Auf Baustellen steht meist nur beschränkter Lagerplatz für einzelne Gewerke zur Verfügung. Dies bedeutet, dass eintreffende Komponenten in möglichst rascher Zeit verbaut werden müssen, um Platz für Folgekomponenten zu schaffen. Die Lieferreihenfolge muss somit zwangsweise der Montagereihenfolge und die zeitliche Taktung der Lieferungen der Montagegeschwindigkeit entsprechen.

Ein Schutzvorhang ist ein verhältnismäßig großes Gebilde im Inneren eines Gebäudes, dies schränkt die Größe der vormontierten Baugruppen erheblich ein. Maßgebend für die Größe der vormontierten Baugruppen ist die Größe der vor Ort vorhandenen Durchgänge vom Anlieferort bis zum Montageort. Oft sind während der Bauphase Öffnungen im Gebäude vorhanden, welche zur Einbringung größerer Komponenten bestimmt sind. Diese werden jedoch zu einem bestimmten Zeitpunkt geschlossen. Das Lieferzeitfenster und die Reihenfolge der Lieferungen werden dadurch beeinflusst. Auch die Montage naheliegender Gewerke kann die Einbringung und Montage eines Eisernen Vorhanges behindern.

Wie bereits angeführt besteht, ein Eiserner Vorhang aus Komponenten von unterschiedlichen Fachbereichen. Die Mitwirkung der einzelnen Fachbereiche ist nicht nur bei der Konstruktion, sondern auch bei der Montage erforderlich. Zum Beispiel ist es sinnvoll für die Montage der Brandschutzverkleidung ein darauf spezialisiertes Fachpersonal einzusetzen. Die Montage von Brandschutzelementen zählt nicht zu den Kernkompetenzen z.B. eines Stahlbaumonteurs, welcher wiederum zur Montage der Stahlkonstruktion des Torblatts eingesetzt werden sollte. Die Koordination der einzelnen Fachkräfte ist ebenfalls ein Erfordernis, da Stillstandszeiten, welche Kosten verursachen, vermieden werden sollen. Entsprechend der Montage und Lieferreihenfolge, muss auch das jeweilige Fachpersonal am Montageort zur Verfügung stehen.

1.3 Grundlegende Lösungsansätze

Es ist hilfreich eine komplexe Anlage strukturiert zu betrachten, um den Bau der Anlage erfolgreich abwickeln zu können. Die Anlage und somit alle Komponenten der Anlage in eine Struktur zu gliedern, ermöglicht einen besseren Überblick und verringert die Komplexität. Es macht Sinn beim Aufbau einer solchen Struktur von der technischen Unterteilung einer Anlage auszugehen und diese im Laufe der Bearbeitung zu detaillieren. Die Schwierigkeit bei der Gliederung solcher Strukturen liegt darin, eine den Anforderungen entsprechende Unterteilung zu finden. Einerseits sollen durch die Unterteilung die Komponenten möglichst klein und einfach gehalten werden, andererseits soll die Unterteilung nicht übertrieben werden, da sonst die Struktur selbst zu komplex und deren Handhabung zu aufwändig wird. Bereits zu Beginn der Bearbeitung einer Anlage macht es Sinn eine grobe Struktur aufzustellen, da alle weiteren Schritte darauf aufgebaut werden. Idealerweise steht die vordefinierte Struktur allen Beteiligten zur Verfügung, um diese bearbeiten zu können. Diese grobe Struktur wird im Zuge der Bearbeitung mit Informationen verknüpft, erweitert und detailliert, bis die Bearbeitung der gesamten Anlage abgeschlossen ist.

1.3.1 Informationsmanagement/Informationslogistik

Der erster Schritt beim Verarbeiten von Informationen ist die Aufteilung der Anforderungen an die Gesamtanlage in spezifische Anforderungen an die Komponenten der Anlage. Hierbei bietet sich die Aufteilung entsprechend der vorher aufgestellten Grobstruktur an. Gemäß der Baugruppen bzw. Einzelkomponenten, welche aus der Struktur resultieren, sind die Anforderungen aufzusplitten und der jeweiligen Baugruppe bzw. Einzelkomponente zuzuordnen. Dabei müssen innerhalb der Struktur auch Schnittstellen zwischen Komponenten bzw. Baugruppen definiert werden, wenn diese direkt zusammenspielen. Anforderungen können mehrere Komponenten beeinflussen und es kann auch eine Wechselwirkung zwischen Komponenten bestehen. Dies soll durch definierte Schnittstellen berücksichtigt werden. Gegenseitige Beeinflussung von Komponenten kann aber auch gegeben sein, wenn Komponenten nicht direkt zusammenspielen. Diese Beeinflussung ist durch entsprechende Querverweise zu berücksichtigen. Sind die Anforderungen wie beschrieben in eine Struktur eingearbeitet, ergeben sich Teilbereiche der Struktur deren Bearbeitung wesentlich einfacher und somit wirtschaftlicher ist.

Die angeführten Teilbereiche können, wenn alle erforderlichen Schnittstellen korrekt definiert sind, voneinander unabhängig in den darauf spezialisierten Bereichen bearbeitet werden. In der Praxis macht es allerdings Sinn, die Teilbereiche wiederkehrend gegenseitig abzustimmen. Bei der Bearbeitung der Teilbereiche werden diese genau spezifiziert und es entstehen gegebenenfalls Sub-Strukturen. Es ist von großem Vorteil in Hinsicht auf Nachvollziehbarkeit und Übersicht, wenn alle erarbeiteten Informationen mit dem betreffenden Teilbereich der Gesamtstruktur verknüpft sind. Die Art und Form der Information ist dabei zweitrangig. In erster Linie geht es darum, jegliche Information zugeordnet zu haben. Die einzelnen Teilbereiche sollten mit Dokumenten (z.B. Datenblättern, Berechnungen und Zeichnungen), zugehöriger dokumentierter Kommunikation und den ursprünglichen Anforderungen verknüpft sein. Kurz gesagt, erleichtert es die Abwicklung und die Nachvollziehbarkeit des Baus einer Anlage erheblich, wenn alle Informationen zentral verknüpft sind.

Eine weitere Erleichterung für die Verarbeitung von Informationen ist es, wenn diese nicht nur zentral abgelegt und verknüpft, sondern auch für alle Beteiligten zugänglich sind.

1.3.2 Beschaffungs- und Produktionslogistik

Anknüpfend an die Informationslogistik ist es auch im Bereich der Beschaffungs- und Produktionslogistik hilfreich auf die bereits beschriebene Struktur aufzubauen. Wird die vorhandene Struktur verwendet, werden auch Informationen welche, diese Felder der Logistik betreffen, zentral verknüpft und die Nachvollziehbarkeit wird ebenfalls in diesen Bereichen sichergestellt.

Die während der Informationsbearbeitung entwickelte Struktur, welche die anfängliche Grobstruktur zu einer detaillierten strukturellen Darstellung der Gesamtanlage umgewandelt hat, ist im Prinzip auch eine ausführliche Abbildung der abzuwickelnden Lieferfolge. Jeder erarbeitete Teilbereich, jede Baugruppe bzw. jeder Einzelteil ist zu beschaffen und entsprechend der Struktur zur Verfügung zu stellen, um die übergeordnete Komponente aus den jeweils zugeordneten Unterkomponenten erzeugen zu können. Es ist von Nutzen auch hier nur Teilbereiche zu betrachten und zu bearbeiten, um die Komplexität möglichst gering zu halten. Wird Komponente für Komponente beschafft und zur weiteren Verarbeitung bereitgestellt, so wird die komplexe Beschaffung der Gesamtanlage automatisch durch viele simple Teilprozesse abgewickelt.

Bei der Abwicklung der beschriebenen Teilprozesse ist nur ein begrenzter Teil von Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Es müssen eine gewisse Art von Teilen in einer bestimmten Menge zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem definierten Ort in festgelegter Qualität zur Verfügung gestellt werden. All diese Informationen lassen sich aus der Struktur der Gesamtanlage ableiten.

Ein essentieller Part, welcher sich aus einer Anlagen-Struktur ableiten lässt, ist die Terminplanung. Wird auch die Wiederbeschaffungszeit und Transportzeit aller in der Struktur vorkommenden Komponenten eingepflegt, so lässt sich durch die in der Struktur definierten Abhängigkeiten ein Terminplan für die Produktion einer Anlage ableiten. Die Abhängigkeiten definieren die Reihenfolge der abzuwickelnden Beschaffungsprozesse und durch summieren der Transport- und Wiederbeschaffungszeiten entlang dieser Reihenfolge können für alle Komponenten die relevanten Zeitpunkte errechnet werden.

Die Terminplanung kann entweder vor- oder rückwärts angewendet werden. Bei der Vorwärtsterminierung wird davon ausgegangen, dass der Start der Bearbeitung einer Anlage bekannt ist. Von diesem Zeitpunkt werden alle weiteren Termine in der Zukunft errechnet. So kann letztendlich der theoretische Termin für die Fertigstellung der Anlage vorausberechnet werden. Wird die gegensätzliche Variante der Rückwärtsterminierung angewendet, so ist der gewünschte Fertigstellungstermin der Anlage bekannt. Alle vorhergehenden Termine werden von diesem Zeitpunkt aus, in der Zeit rückwärts berechnet. Demnach kann definiert werden, wann die Bearbeitung der Anlage beginnen muss, um den gewünschten Fertigstellungstermin zu erreichen.⁶

Erweitert man den Terminplan für Beschaffung und Produktion mit den Durchlaufzeiten für die Spezifikation der Komponenten, wie z.B. das Erstellen von Fertigungszeichnungen, so kann auch ein Terminplan dafür erstellt werden. Das heißt die gesamte Abwicklung, bei den Anforderungen begonnen bis hin zur Fertigstellung, kann so abgebildet werden. Wie auch die Struktur selbst ist der Terminplan zu Beginn grob und ungenau. Beide werden jedoch fortlaufend detailliert und somit genauer.

Wiederbeschaffungszeiten für Komponenten bzw. Durchlaufzeiten für Tätigkeiten können unter Umständen durch variablen Einsatz von Ressourcen beeinflusst werden. Die gesamte Terminplanung kann dadurch den Erfordernissen angepasst werden.

Die Abbildung einer Struktur mit Liefer- und Termininformationen ermöglicht zu jeder Zeit einen Überblick über bereits bewältigte und noch offene Aufgaben und Prozesse, insofern der Fortschritt der Teilbereiche laufend eingepflegt wird. Somit lässt sich auch schnell eine Abweichung vom geplanten Terminverlauf erkennen und es können entsprechende Maßnahmen gesetzt werden.

Werden auch getätigte Lieferungen, welche anhand der ermittelten Lieferfolge vorgegeben werden, in der Struktur dokumentiert, ist es möglich den Verbrauch von Komponenten, im allgemeinen Gütern, nachzuverfolgen und zu managen.

Es ist somit offensichtlich, dass eine zentrale Struktur Sinn macht. Zu beachten ist jedoch, dass ein gewisser Aufwand nötig ist, um die Struktur zu pflegen und aktuell zu halten. Grundsätzlich gilt, dass mehr Kontrolle durch die Struktur, in einer größeren Informationsmenge und somit mehr Pflegeaufwand resultiert. Die Abwägung zwischen Nutzen und Aufwand sollte im Idealfall bereits bei der Erstellung der Grobstruktur berücksichtigt werden.

⁶ Vgl. Wannenwetsch, H., Comperl, P., Illgner, E., Meier, A., Nicolai, S., Schmid, K.:

Integrierte Materialwirtschaft und Logistik, 20.5.2.3 Arten der Durchlaufterminierung [15]

1.4 Konkreter Lösungsweg

Es ist erforderlich die Hauptkomponenten und falls möglich deren Bestandteile zu ermitteln, um einen Eisernen Vorhang wie beschrieben in strukturierter Form dazustellen. Daraus kann eine Grobstruktur erstellt werden, auf der aufgebaut werden kann. Bei konkreten Anlagen wie dem Eisernen Vorhang ist es eine große Hilfe, wenn Strukturen von bereits realisierten möglichst ähnlichen Anlagen zur Verfügung stehen bzw. wenn die Komponenten durch eine ähnliche Anlage bekannt sind.

Im Falle eines Eisernen Vorhangs sind die Hauptkomponenten folgende:

1. Torblatt
2. Führungen des Torblattes
3. Gegengewichte (linkes und rechtes Gegengewicht)
4. Führungen der Gegengewichte
5. Rollenböcke
6. Seilwinde
7. Seile inkl. Seilzubehör
8. mechanische Notauslöseeinrichtung
9. Elektronik und Steuerung

Die Komponenten sind in diesem Fall durch ihre Funktion unterteilt. Zum Beispiel ist die Hauptkomponente „Rollenböcke“ nicht ein physischer Teil, sondern besteht aus mehreren Komponenten, die nicht miteinander zusammengebaut werden. Diese Unterteilung ist jedoch für eine Kategorisierung bzw. als Grundlage für einen Strukturentwurf brauchbar. Sinnvoll ist es, die Struktur einer Anlage so zu gliedern, wie sie tatsächlich technisch aufgebaut ist.

Die Grobstruktur eines Eisernen Vorhanges sieht exemplarisch folgendermaßen aus:

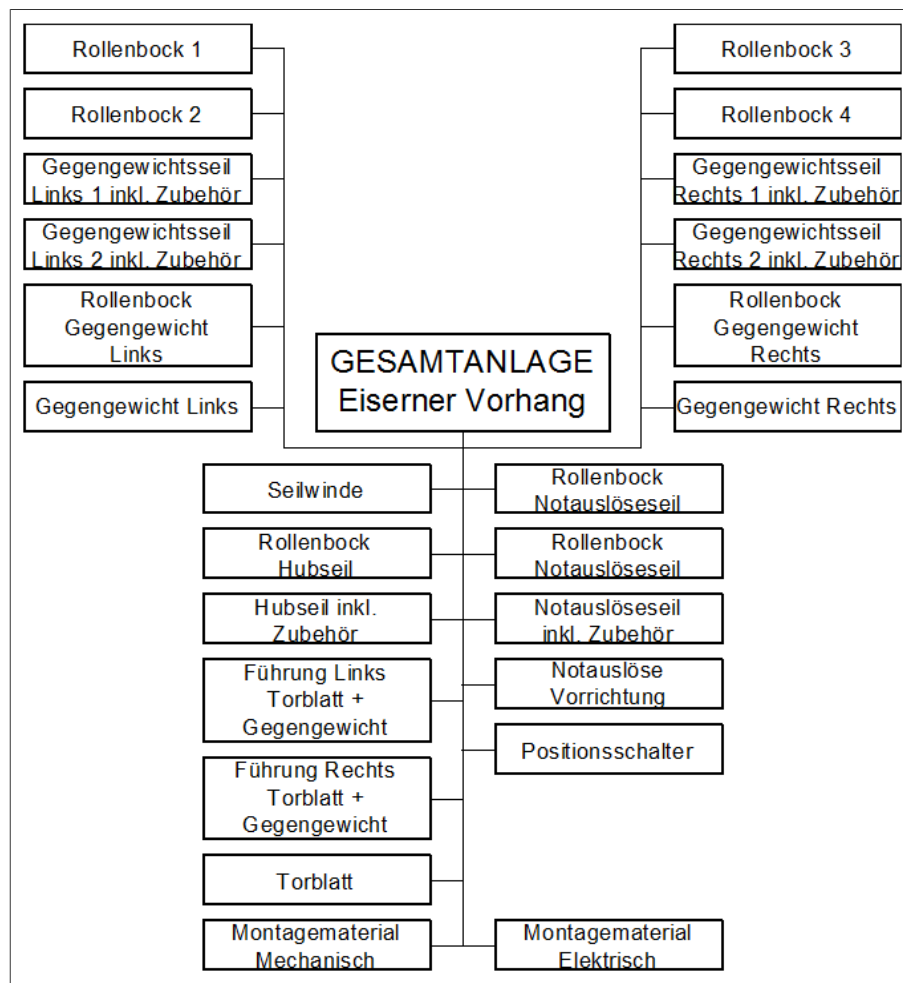


Abbildung 1.4: Grobstruktur Eiserner Vorhang⁷

Die meisten der angeführten Komponenten bestehen wiederum aus mehreren Teilen bzw. Unterbaugruppen, das bedeutet, dass sich dahinter wiederum eine Struktur verbirgt. Einzige Ausnahme in diesem Beispiel ist der angeführte Positionsschalter, welcher als Einzelteil in der Gesamtanlage verbaut wird. Die beiden Montagematerialien müssen gesondert betrachtet werden, da diese keine physischen Baugruppen sind, sondern eine Ansammlung von Kleinteilen, welche nicht miteinander zusammengebaut werden. Das „Montagematerial Mechanisch“ enthält z.B. unter anderem Verbindungsmittel und das „Montagematerial Elektrisch“ beinhaltet z.B. Kabel und Ähnliches. Es macht Sinn solche Komponenten zu fiktiven Baugruppen zusammenzufassen, da sie in der Regel gemeinsam beschafft und pauschal für eine Anlage zur Verfügung gestellt werden. Die Handhabung in der Struktur und die Nachverfolgung wird durch die Zusammenfassung zu fiktiven Baugruppen vereinfacht.

Auf Basis dieser Grobstruktur kann die Realisierung der Anlage erfolgen.

⁷ Quelle: Eigene Darstellung

1.4.1 Informationsmanagement/Informationslogistik bei einem Eisernen Vorhang

1.4.1.1 Anforderungen eines Eisernen Vorhangs

Wie beschrieben, ist es die erste Aufgabe des Informationsmanagements die Anforderungen an die Anlage gemäß der entworfenen Struktur zu unterteilen und den zugehörigen Komponenten zuzuweisen. In diesem speziellen Fall des hier beschriebenen Eisernen Vorhangs können dies unter anderem Anforderungen an den Feuerwiderstand, den Schallschutz, die Schließzeit und bauliche Besonderheiten sein. Die folgende Tabelle stellt beispielhaft dar, welche der Anforderungen, welche Komponenten und in welcher Art und Weise hauptsächlich beeinflussen.

Komponenten	Anforderungen			
	Feuerwiderstand	Schallschutz	Schließzeit	Bauliche Besonderheiten
Seilwinde			Beeinflusst Brems- wider- stand	
Rollenböcke (zusammengefasst)				Beeinflusst Befestigung
Seile inkl. Zubehör (zusammengefasst)				Beeinflusst Befestigung
Führungen (zusammengefasst)				Beeinflusst Befestigung
Gegengewichte (Links + Rechts)			Beeinflusst Masse	
Torblatt	Beeinflusst Verkleidung	Beeinflusst Verkleidung und Aufbau		
Montagematerialien (Mechanisch+Elektrisch)				Beeinflusst Befestigungs- material
Notauslöseeinrichtung			Beeinflusst Art der Notauslösung	

Tabelle 1.1: Einfluss Anforderung-Komponente⁸

Unter Umständen beeinflussen Komponenten andere Komponenten, wodurch gewisse Anforderungen indirekt Einfluss auf mehrere Komponenten nehmen. Anforderungen sollten jenen Komponenten zugeordnet werden, welche sie hauptsächlich und direkt beeinflussen. Die indirekten, zweitrangigen Auswirkungen sollten durch Verknüpfungen und Querverweise zwischen den jeweiligen Komponenten berücksichtigt werden.

Ein sehr gutes Beispiel für eine indirekte Beeinflussung mehrerer Komponenten bei einem Eisernen Vorhang ist der geforderte Feuerwiderstand. Dieser hat zwar in erster Linie Auswirkungen auf das Torblatt, aber wesentlich tiefer gehende auf die gesamte Anlage, wie folgende Auflistung deutlich macht.

- Feuerwiderstand bestimmt Aufbau und somit Masse des Torblattes
- Masse des Torblattes bestimmt erforderliches Gegengewicht
- Massen von Torblatt und Gegengewichte definieren Seile inkl. Zubehör
- Massen von Torblatt und Gegengewichte beeinflussen Führungen und Befestigungen
- Massen von Torblatt und Gegengewichte haben Einfluss auf Seilwinde
- Seile definieren Rollenböcke

Die musterhafte Auflistung des Gesamteinflusses einer Anforderung macht die Komplexität der gesamten Anlage deutlich. Diese Komplexität muss berücksichtigt werden, um eine Anlage dieser Art erfolgreich errichten zu können. Eingearbeitet werden kann die Komplexität in unterschiedlicher Weise. Zum Beispiel können alle Anforderungen gesamt betrachtet werden, wenn die Anlage als ein einzelnes Arbeitspaket angesehen und bearbeitet wird. Bei dieser Arbeitsweise wird die Bearbeitung an sich äußerst kompliziert, da ständig alle Anforderungen Einfluss auf das bearbeitete Arbeitspaket nehmen. Die gegensätzliche Variante ist wie oben beschrieben, sämtliche Abhängigkeiten und Querverweise in eine Struktur einzuarbeiten, daraus möglichst kleine Arbeitspakete mit exakt definierten Input- und Output-Schnittstellen zu generieren und diese zu bearbeiten. Logischerweise ist die Bearbeitung kleiner Arbeitspakete wesentlich simpler, im Vergleich zur Bearbeitung der Gesamtanlage, dies ermöglicht eine Aufteilung der Pakete und somit kürzere Durchlaufzeiten. Allerdings wird durch das Einarbeiten aller Abhängigkeiten und Querverweise die Struktur an sich bedeutend komplexer. Meist ist eine Aufsplittung in gewissem Ausmaß, aber nicht bis ins letzte Detail, der sinnvollste Lösungsansatz. Die Entscheidung in welcher Größenordnung eine Aufsplittung erfolgt, muss für jede Art von Anlage individuell getroffen werden.

Folgendes Diagramm veranschaulicht schematisch den Zusammenhang zwischen dem Aufwand für die Abarbeitung der Arbeitspakete und dem Aufwand für die Detaillierung von Arbeitspaketen. Der Schnittpunkt beider Kurven bestimmt das optimale Ausmaß der Detaillierung bzw. Aufsplittung von Arbeitspaketen. Bei diesem Ausmaß sind der Gesamtaufwand bzw. die auftretenden Kosten am geringsten.

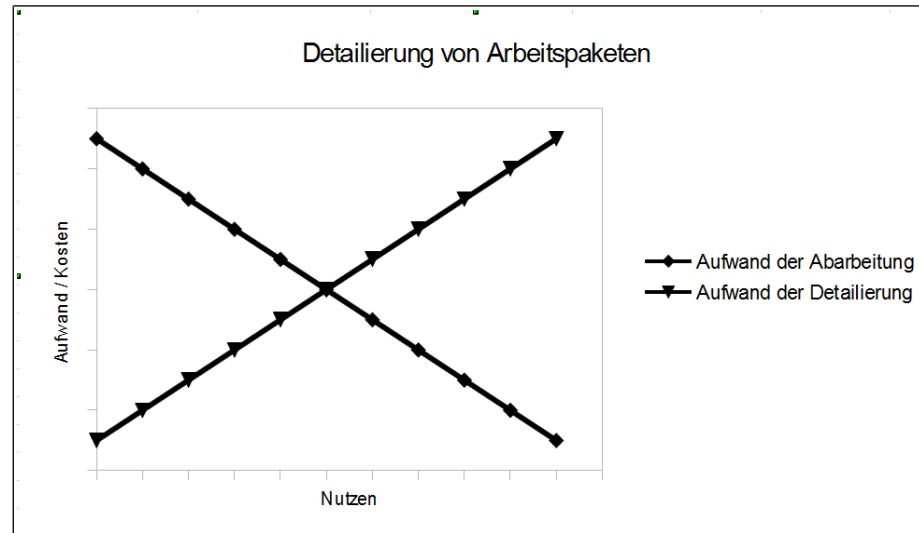
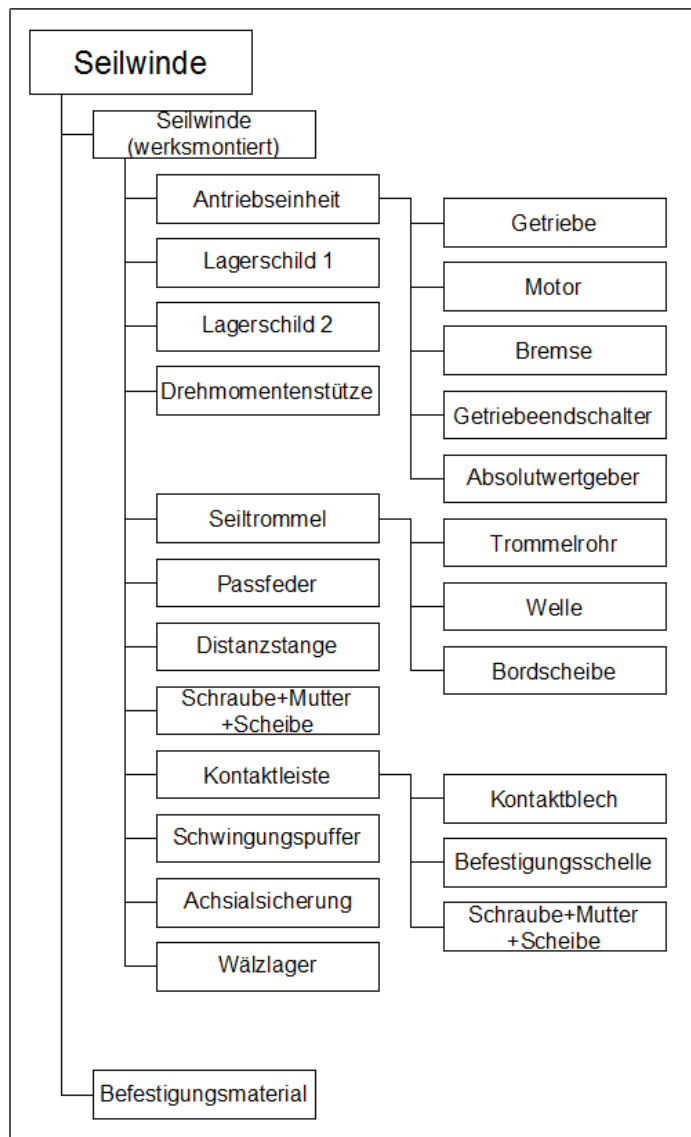


Abbildung 1.5: Diagramm: Nutzen/Aufwand bei Arbeitspaketdetaillierung⁹

1.4.1.2 Bearbeitung von Teilbereichen eines Eisernen Vorhanges

Bei einem Eisernen Vorhang ist ein zu bewältigender Teilbereich zum Beispiel die Auslegung und Konstruktion der Seilwinde, welche zum Heben und Senken des Torblattes dient. Die Ausarbeitung dieses Teilbereichs erfordert Aufgaben wie das Spezifizieren von Sub-Komponenten, das Kalkulieren der Festigkeit und Dynamik von Einzelteilen und das Erstellen von Fertigungsunterlagen. Aus diesen Aufgaben resultieren essentielle Informationen, die in Dokumenten wie Datenblättern, Berechnungsblättern und Zeichnungen festgehalten werden. Die ausgearbeiteten Informationen sollten in Form der Dokumente wiederum den jeweiligen Komponenten in der Struktur zugewiesen werden. Ein Teil der erarbeiteten Informationen beinhaltet auch die Ermittlung und Spezifikation von Sub-Komponenten der Winde. Werden die ermittelten Bestandteile der Winde in die Gesamtstruktur eingearbeitet, so entsteht eine Substruktur, welche die gesamte Struktur weiter unterteilt, wie in folgender Abbildung dargestellt ist.

Abbildung 1.6: Substruktur Seilwinde¹⁰

In dem konkreten Beispiel der Seilwinde, werden durch die beschriebenen Arbeitsschritte die Komponenten spezifiziert, sodass diese einzelnen Arbeitsschritte im Endeffekt auch die gesamte Seilwinde spezifizieren. Zum Beispiel wird die gesamte Antriebseinheit durch Kalkulation der dynamischen Anforderungen ausgelegt. Es bietet sich dabei an, diese Antriebskalkulation mit der Antriebseinheit zu verknüpfen, um die Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten. Ein weiteres Beispiel ist die Seiltrommel, welche durch Berücksichtigung der Belastungen ausgelegt und konstruiert wird. Ähnlich dem vorangegangenen Beispiel ist es hierbei sinnvoll, zugehörige Berechnungen und Konstruktionszeichnungen der Seiltrommel zuzuweisen. Die Struktur selbst wird durch die Konstruktion der Seilwinde definiert bzw. ist Großteils durch Erfahrung aus der Abwicklung ähnlicher Komponenten vorab bekannt.

¹⁰ Quelle: Eigene Darstellung

Die Bearbeitung von Informationen bedeutet also die Detaillierung der Gesamtstruktur und Verknüpfung der erarbeiteten Informationen zu der jeweils generierten Struktur, bzw. deren Komponenten. Somit enthält die erstellte Struktur alle Informationen, die zur Abwicklung erforderlich sind.

Gewisse Informationen sind durch den strukturellen Aufbau aller Einzelteile und Baugruppen automatisch verfügbar. Eine Fertigungsstückliste lässt sich zum Beispiel aus der vorhandenen Struktur dadurch auslesen, dass die für die Fertigung relevanten Informationen herausgefiltert werden.

1.4.2 Beschaffungs- und Produktionslogistik bei einem Eisernen Vorhang

Ist die Struktur eines Eisernen Vorhanges ausgearbeitet und mit allen erforderlichen Informationen ausgestattet, so ist die Abwicklung der Beschaffungs- und Produktionslogistik vollständig vorgegeben. Es ist nicht notwendig, dass Informationen zu allen Komponenten vorhanden sind. Teilbereiche können abgewickelt werden, sobald deren zugehörige Informationen vorhanden sind.

Die Seilwinde zum Beispiel kann beschafft werden, sobald alle die Seilwinde betreffenden Informationen vorhanden sind, auch dann wenn Anforderungen, die andere Komponenten betreffen aber von der Seilwinde unabhängig sind, noch nicht abgearbeitet wurden. Teilbereiche können dadurch vorab beschafft werden. Idealerweise wird dies für zeitkritische Teilbereiche wie die Seilwinde genutzt. Dieses Prinzip gilt ebenfalls für einzelne Komponenten wie Motor oder Getriebe.

Die Beschaffung der gesamten Seilwinde ist zeitkritisch, da die Seilwinde aus Komponenten wie Motor und Getriebe besteht. Auch andere Gründe machen die Seilwinde zu einem zeitkritischen Teilbereich. Unterbaugruppen der Seilwinde, wie die Antriebseinheit oder die Seiltrommel, müssen beschafft und zur Verfügung gestellt werden, um die Erzeugung der Seilwinde zu ermöglichen. Ebenso müssen die Komponenten der Unterbaugruppen erst zur Verfügung gestellt werden, um deren Herstellung zu sichern. Die Anzahl der Abstufungen in Unterbaugruppen und Komponenten wird hier als Strukturtiefe bezeichnet. Die Seilwinde weist eine verhältnismäßig tiefe Struktur auf, wie in der Abbildung 1.6 ersichtlich ist. Die Einzelkomponenten Motor, Getriebe, Bremse, Getriebeendschalter und Absolutwertgeber, deren Beschaffung an sich bereits zeitkritisch ist, sind zur Verfügung zu stellen, um die Unterbaugruppe Antriebseinheit zusammenzubauen. Das Zusammenbauen der Komponenten ist wiederum mit Zeitaufwand verbunden, welcher berücksichtigt werden muss bevor die gesamte Antriebseinheit für die Erzeugung der Seilwinde bereitgestellt werden kann.

Aus dem beschriebenen Beispiel lässt sich erkennen, dass die Tiefe der Struktur Einfluss auf die Beschaffungszeit hat. Bei der Erstellung der Struktur sollte dieser Einfluss sinnvollerweise bedacht werden. Wenn nicht nötig, sollten Unterbaugruppen in Hinblick auf die Beschaffungszeit vermieden werden. Es gibt jedoch Gründe, die eine Strukturierung in Unterbaugruppen sinnvoll macht. Zum Beispiel ist die Verwendung von Unterbaugruppen im Sinne von Standardbaugruppen und Teilwiederverwendung ratsam. Dies ist für jede Anlage gesondert zu beurteilen.

Gemäß der erstellten Struktur können die Einzelkomponenten und Baugruppen beschafft bzw. produziert werden. Es ist dabei offensichtlich erkennbar, dass Baugruppen immer aus Komponenten bestehen, wobei die Struktur die jeweilig zugehörigen Komponenten definiert. Hierbei könnte auch diverses Verbrauchsmaterial wie z.B. Schweißelektroden, Arbeitszeit bzw. Maschinenstunden als Komponenten einer Baugruppe gesehen werden (diese Details werden in diesem Beispiel allerdings vernachlässigt). Betrachtet man diese Tatsache genauer, lässt sich schlussfolgern, dass die Produktion von Baugruppen an sich eigentlich nur aus der Tätigkeit des Zusammenfügens von Komponenten besteht. Die Komponenten einer Baugruppe müssen bereits zur Verfügung stehen, sprich vorab beschafft bzw. produziert worden sein, um die Produktion einer Baugruppe überhaupt erst beginnen zu können. Einzelkomponenten an sich müssen als Teile beschafft bzw. deren Produktion beauftragt werden, wenn von der Sicht eines Bühnenbauunternehmens ausgegangen wird, welches keine eigene Fertigung besitzt.

Wie bereits beschrieben gibt die Struktur die zeitliche Reihenfolge für die Beschaffung aller Komponenten vor. Zusätzlich zu der terminlichen Information können aus der Struktur auch Ortsinformationen ausgelesen werden. So müssen Komponenten einer Baugruppe, unabhängig von dem Ort, an dem diese produziert werden, an jenem Ort zur Verfügung gestellt werden an dem die jeweilige Baugruppe produziert werden soll. In den seltensten Fällen sind die Produktionsorte von Einzelkomponenten und Baugruppen identisch, wobei davon ausgegangen werden kann, dass bei jeder Stufe der Struktur ein Materialfluss stattfindet. Dabei spielt es keine Rolle, ob der Materialfluss zwischen zwei benachbarten Arbeitsplätzen oder über Staatsgrenzen hinweg stattfindet. Ist der Materialfluss entsprechend kurz, so kann der daraus resultierende zeitliche Aufwand vernachlässigt werden. Der Materialfluss an sich findet trotzdem real statt und ist in der Struktur zu berücksichtigen, um die Beschaffungsorte flexibel zu halten. Durch die Flexibilität kann jede Komponente an einem anderen Ort produziert werden. Die daraus resultierenden Transportwege und Transportzeiten müssen in den Materialflüssen zwischen den Strukturstufen berücksichtigt werden.

Auf das Beispiel der Seilwinde angewendet, ergibt sich die in der folgenden Tabelle aufgelistete Zuordnung von Produktionsorten und Bedarfsorten zu den einzelnen Komponenten. Mit Produktionsort ist jener Ort gemeint, an dem die jeweilige Komponente produziert bzw. beschafft wird. Unter Bedarfsort ist der Ort zu verstehen, an dem die jeweilige Komponente zur Verfügung gestellt werden soll. Dies ist jener Ort, an dem die übergeordnete Baugruppe produziert werden soll und wird durch die strukturelle Zuordnung automatisch für die Komponente definiert. In diesem Beispiel werden die Einzelteile bei unterschiedlichen Herstellern beschafft. Der Zusammenbau wird von darauf spezialisierten Betrieben abgewickelt. Wie die Aufteilung der Beschaffung im Realfall definiert wird sollte von dem Anlagenbau- bzw. Bühnenbauunternehmen, unter Berücksichtigung von technischen und wirtschaftlichen Aspekten strategisch entschieden werden.

Zu beschaffende Komponente bzw. Tätigkeit	Produktionsort (durch strategische Beschaffung bestimmt)	Bedarfsort (durch Struktur vorgegeben)
Zusammenbau Seilwinde	Baustelle	Baustelle
Seilwinde (werksmontiert)	Assemblerbetrieb	Baustelle
Zusammenbau Antriebseinheit	Getriebehersteller	Assemblerbetrieb
Getriebe	Getriebehersteller	Getriebehersteller
Motor	Motorhersteller	Getriebehersteller
Bremse	Bremsenhersteller	Getriebehersteller
Getriebeendschalter	Elektronikhändler	Getriebehersteller
Absolutwertgeber	Elektronikhändler	Getriebehersteller
Lagerschild 1	Maschinenbaubetrieb	Assemblerbetrieb
Lagerschild 2	Maschinenbaubetrieb	Assemblerbetrieb
Drehmomentenstütze	Maschinenbaubetrieb	Assemblerbetrieb
Zusammenbau/Bearbeitung Seiltrommel	Drehereibetrieb	Assemblerbetrieb
Trommelrohr	Stahlhändler	Drehereibetrieb
Welle	Stahlhändler	Drehereibetrieb
Bordscheibe	Stahlhändler	Drehereibetrieb
Passfeder	Normteilhändler 1	Assemblerbetrieb
Distanzstange	Maschinenbaubetrieb	Assemblerbetrieb
Schraube+Mutter +Scheibe	Normteilhändler 1	Assemblerbetrieb
Zusammenbau Kontaktleiste	Assemblerbetrieb	Assemblerbetrieb
Kontaktblech	Maschinenbaubetrieb	Assemblerbetrieb
Befestigungsschelle	Maschinenelementehändler 1	Assemblerbetrieb
Schraube+Mutter +Scheibe	Normteilhändler 1	Assemblerbetrieb
Schwingungspuffer	Maschinenelementehändler 2	Assemblerbetrieb
Achsialsicherung	Maschinenbaubetrieb	Assemblerbetrieb
Wälzlager	Lagerhersteller	Assemblerbetrieb
Befestigungsmaterial	Normteilhändler 2	Baustelle

Tabelle 1.2: Beschaffung/Produktion Beispiel Seilwinde¹¹

Aus dieser Zuordnung ist z.B. zu erkennen, dass die Komponenten Motor, Bremse, Getriebeendschalter und Absolutwertgeber bei den jeweiligen Herstellern bzw. Händlern bestellt und dem Getriebehersteller zur Verfügung gestellt (das heißt zu diesem transportiert) werden müssen. Beim Getriebehersteller ist zum einen das Getriebe selbst, welches er sich selbst beistellen muss, zu bestellen. Zum andern ist, davon unabhängig, auch der Zusammenbau der angeführten Komponenten bei dem Getriebehersteller zu bestellen. Durch den Zusammenbau der Komponenten wird die Komponente „Antriebseinheit“ produziert, welche wiederum zum Assemblerbetrieb transportiert und dort zur Verfügung gestellt werden muss.

¹¹ Quelle: Eigene Darstellung

Beim Zusammenbau von Baugruppen ist folgende essentielle Tatsache zu beachten. Durch den Zusammenbau wird eine Baugruppe produziert und Komponenten verbraucht. Der Verbrauch von Komponenten hat zur Folge, dass die Komponenten alleine de facto nicht mehr existieren und dadurch sowohl in der theoretischen Ablaufsteuerung bzw. Verfolgung, als auch real nicht mehr zu berücksichtigen sind.

Legt man diese Tatsache auf das Beispiel der Antriebseinheit um, so existieren die Komponenten ab dem Zusammenbau der Antriebseinheit nicht mehr. Für die weitere Abwicklung bedeutet dies, dass vom Getriebehersteller zum Assemblerbetrieb nur noch die Antriebseinheit als ein Teil transportiert wird.

Hierdurch wird ersichtlich, dass durch die Strukturabstufung und die Zuordnung von Ortsinformationen der Zusammenbauzustand zwischen unterschiedlichen Fertigungsabschnitten und bei Anlieferung an die Baustelle definiert werden kann.

Für die Beschaffung einer Komponente ist es letztendlich nur relevant, zu welchem Zeitpunkt und in welcher Menge sie an welchem Ort zur Verfügung stehen muss. Diese Parameter resultieren aus dem Bedarf der jeweils in der Struktur übergeordneten Baugruppe und deren zugeordneten terminlichen und örtlichen Informationen. Alle weiterführenden Informationen sind in der Struktur enthalten und für die Beschaffung einer Komponente irrelevant. Hier ist klar zu erkennen, dass die Beschaffung von Komponenten auf wenige Einflussfaktoren reduziert und somit ein simpler Vorgang ist. Dies gilt sowohl für die Beschaffung von Einzelteilen als auch von Baugruppen. Bei Baugruppen ist es Voraussetzung, dass die für die Erstellung der Baugruppe notwendigen Komponenten zur Verfügung stehen. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass jede Komponente beschafft werden muss. Dies hat eine hohe Anzahl an Beschaffungsvorgängen zur Folge. Es macht Sinn, Beschaffungsvorgänge zusammenzufassen. Dabei können Beschaffungsvorgänge unterschiedlicher Komponenten über mehrere Strukturebenen zusammengefasst werden, sodass Baugruppen pauschal beschafft werden und die Beschaffung von Subkomponenten einer Fremdfirma überlassen wird. Sinn macht auch eine Zusammenfassung der Beschaffung von gleichen bzw. ähnlichen Komponenten, wie z.B. Normteilen, welche unabhängig von deren Bedarfsverursacher Unternehmensweit zusammengefasst werden.

Wie bereits beschrieben ergeben sich die Termin- und Ortsinformationen für einzelne Komponenten durch die strukturellen Abhängigkeiten. Wird für diese Informationen entlang der Abwicklung laufend ein Vergleich zwischen Soll- und Ist-Status durchgeführt, ist eine Verfolgung des Produktionsfortschritts einfach. Hierbei ist es ausreichend, nur einzelne Beschaffungsvorgänge nachzuverfolgen, da die relevanten Informationen in diesen Vorgang vorab eingeflossen sind. Eine Verfolgung der gesamten komplexen Abwicklung ergibt sich durch die Einarbeitung des Ist-Status in die Struktur. Abweichungen einzelner Beschaffungsvorgänge und deren Auswirkung auf Folgevorgänge sind leicht erkennbar, da ein einzelner Vorgang wenige Informationen beinhaltet, was eine Kontrolle simpel macht und Folgevorgänge durch die strukturelle Abhängigkeit erkennbar sind.

Für den Beschaffungsvorgang des Motors, in dem Beispiel der oben genannten Antriebseinheit, wird der Termin, an dem der Motor zur Verfügung stehen muss, durch den Beginn des Zusammenbauvorganges der Antriebseinheit vorgegeben. Der Ort, an dem der Motor zur Verfügung gestellt werden muss, wird durch den Ort dieses Zusammenbauvorganges bestimmt. Diese Informationen fließen in den Beschaffungsvorgang des Motors ein und dieser kann somit losgelöst beschafft und auch nachverfolgt werden. Würde eine Abweichung auftreten, so wäre dies durch den Vergleich zwischen Soll- und Ist-Status dieses losgelösten Vorganges zu erkennen. Die Auswirkung auf Folgevorgänge, in diesem Fall den Zusammenbauvorgang der Antriebseinheit, ist in der Struktur bzw. in dem Terminplan zu erkennen und entsprechende Maßnahmen können gesetzt werden.

Auch im Bereich der Beschaffungs- und Produktionslogistik lassen sich alle relevanten Informationen in dem strukturellen Aufbau der Gesamtanlage verwalten. Informationen können ausgelesen werden, aber auch durch Rückmeldung aus der Abwicklung eingearbeitet und somit dokumentiert werden.

1.5 Resümee der Problemstellung

Wie aus den vorhergegangenen Erläuterungen deutlich hervorgeht, macht ein struktureller Aufbau einer Anlage als zentrales Werkzeug durchaus Sinn. Informationen können durch die Nutzung dieses Werkzeugs den jeweils relevanten Teilbereichen zugeordnet werden, wodurch die Informationsmenge für die Bearbeitung von Teilbereichen auf das Wesentliche reduziert wird. Teilbereiche können somit, unabhängig von der Gesamtanlage, effizienter bearbeitet werden. Idealerweise werden Informationen durch die Betreuung der Struktur aufgesplittet und die Abwicklung der Teilbereiche erhält nur relevante Informationen.

Eine Strukturierung einer Anlage und Aufteilung von Einflussfaktoren anhand dieser Struktur hat das Ziel, die Komplexität der Gesamtanlage in der Struktur selbst zu verarbeiten und die Abwicklung von Teilbereichen möglichst einfach zu gestalten. Teilbereiche können dadurch unabhängig bearbeitet und wenn möglich bzw. sinnvoll über mehrere Anlagen zusammengefasst werden. Eine Zusammenfassung von ähnlichen Teilbereichen über mehrere Anlagen ermöglicht eine spezialisierte und effiziente Bearbeitung. Dies gilt sowohl für die Ausarbeitung der Teilbereiche wie der Konstruktion als auch für die Beschaffung und Produktion.

Die gesamte Abwicklung einer Anlage sollte über deren Struktur erfolgen. Informationen werden in die Struktur eingearbeitet und herausgelesen. Sinnvollerweise geht jede Abarbeitung eines Teilbereichs, in welcher Form auch immer, in die Struktur ein, um diese aktuell zu halten. Die Teilbereiche und deren Abwicklung sind durch eine aktuelle Struktur immer auf dem aktuellsten Stand. Die Struktur muss als zentrales, führendes Werkzeug gesehen werden, um eine einwandfreie Abwicklung zu gewährleisten. Das macht auch deutlich, dass es von Vorteil, ist alle Informationen und Dokumente mit der Struktur zu verknüpfen, um auch diese zu zentralisieren und generell verfügbar zu machen.

Ein weiterer Vorteil den ein struktureller Aufbau einer Anlage bietet, ist eine vorab mögliche Abwicklung von Bereichen. Dies wird durch die Unabhängigkeit einzelner Bereiche ermöglicht. Teilstrukturen können ausgearbeitet, beschafft und produziert werden, auch wenn der Rest der Anlage noch nicht bearbeitet wurde. Diese Möglichkeit besteht allerdings nur, wenn der unbearbeitete Rest keinen Einfluss auf die bearbeitende Teilstruktur hat. Dies geht eindeutig aus den strukturellen Abhängigkeiten hervor. Durch diese Art von Abwicklung können Bereiche mit langen Durchlaufzeiten vorab bearbeitet werden. Reihenfolge und Notwendigkeit von Vorabbearbeitungen lassen sich durch Kombination der Struktur und dem Terminplan ableiten.

Prinzipiell gilt, dass jede Komponente beschafft werden muss, was eine große Anzahl an Beschaffungsvorgängen zur Folge hat. Allerdings sind diese simpel und immer ähnlich. Es spielt dabei keine Rolle, ob es sich bei der zu beschaffenden Komponente um einen Normteil, einen Teil der gemäß einer Fertigungszeichnung oder Zusammenbauzeichnung gefertigt bzw. zusammengebaut werden soll, oder einen Zukaufteil laut Katalog handelt. Jede Komponente muss durch die zugeordneten Spezifikationen eindeutig definiert sein. Diese Spezifikationen können z.B. die Angabe einer Norm oder einer Katalog-Bestellnummer aber auch Dokumente wie Zeichnungen, Stücklisten oder Datenblätter beinhalten. Beschaffungsinformationen wie Menge, Verfügbarkeits-Termin und Ort werden durch die Struktur und den Terminplan vorgegeben. Sobald alle erforderlichen Spezifikationen und Informationen vorhanden sind, können die Komponenten beschafft werden.

Eine zentrale Struktur kann ein hilfreicher Leitfaden für die Abwicklung von Anlagenbau-Projekten sein, wenn diese sinngemäß genutzt und entlang der Abwicklung gepflegt wird. Idealerweise wird eine Struktur bereits in der Offert-Phase eines Projekts aufgestellt und zieht sich über die Abwicklung bis hin zu After-Sales-Aktivitäten durch.

In dem vorangegangenen Kapitel wurde, mittels einer Beispiel-Anlage, die Problemstellung und Lösungsansätze aufgezeigt. In den weiterführenden Kapiteln werden diese Themen ausgearbeitet.

2 Leitfaden für auftragsneutrale Prozesse

Als auftragsneutrale Prozesse werden in dieser Diplomarbeit Prozesse bezeichnet, deren Abwicklung keine direkte Zuordnung zu einem Auftrag aufweisen. Solche Prozesse können aufgrund ihrer Unabhängigkeit, mehreren Aufträgen zugeordnet werden, sodass der Aufwand aufgeteilt und der Nutzen vervielfältigt wird. Der Anstoß für einen solchen Prozess ist in der Regel mindestens ein Auftrag. Die Abwicklung des Prozesses erfolgt als losgelöstes Arbeitspaket und das Ergebnis wird, je nach Erfordernis, einem oder mehreren Aufträgen bzw. einem andern auftragsneutralen Prozess zugeordnet.

Die Abläufe der Konstruktion von Maschinen und Anlagen bzw. deren Komponenten, können als auftragsneutrale Prozesse gehandhabt werden. Ist für die Abwicklung eines Auftrags die Konstruktion einer Anlage erforderlich, so kann für die auftragsneutrale Bearbeitung dieser Anforderung ein Arbeitspaket generiert werden. Inhalt des generierten Arbeitspaketes ist die Konstruktion der geforderten Anlage. Alle für die Konstruktion der Anlage notwendigen Informationen müssen dem Arbeitspaket zugeordnet werden. Dazu zählen technische Daten, Schnittstellen zu anderen Gewerken und Termininformationen. Die Abarbeitung erfolgt unabhängig vom jeweiligen Auftrag anhand der zugeordneten Informationen. Das Ergebnis des Arbeitspaketes, im Beispiel der Konstruktion die Konstruktionsunterlagen, bzw. in weiterer Folge die gebaute Anlage, wird dem entsprechenden Auftrag zugeordnet. Ebenso wie das Ergebnis kann auch der Aufwand dem jeweiligen Auftrag angerechnet werden.

Ähnlich den Abläufen der Konstruktion können auch Beschaffungs- und Produktionsvorgänge auftragsneutral bearbeitet werden. Für die auftragsneutrale Bearbeitung dieser Vorgänge gilt es wiederum Arbeitspakete zu erstellen und diese mit entsprechenden Informationen zu versorgen. Dazu zählen Mengen-, Termin- und Ortsinformationen. Die Beschaffung und Produktion selbst erfolgen wiederum auftragsneutral. Die fertiggestellte Anlage, welche das Ergebnis dieser Vorgänge darstellt, ist wie der Aufwand der Beschaffung und Produktion dem Auftrag zugeordnet.

Bei einmaliger Verwendung einer Anlage, Maschine oder Komponente ergibt sich durch die auftragsneutrale Abwicklung von Arbeitspaketen kein zusätzlicher Vorteil im Vergleich zu einer auftragsbezogenen Abwicklung. Ein aus der beschriebenen Arbeitsweise resultierender Nutzen ist, wenn Ergebnisse von auftragsneutralen Arbeitspaketen bzw. Teile davon, mehreren Aufträgen zugeteilt werden können. Im Sinne einer standardisierten Arbeitsweise macht es jedoch Sinn auch Arbeitspakete auftragsneutral zu bearbeiten, welche offensichtlich nur einem bestimmten Auftrag zugewiesen werden können, da eine auftragsneutrale Arbeitsweise keine wesentlichen Nachteile mit sich bringt. Außerdem vereinfacht es die Verwendung von Ergebnissen welche als Vorlage für ähnliche Arbeitspakete dienen können.

Vorteile resultieren aus einer auftragsneutralen Arbeitsweise dann, wenn Ergebnisse aus Arbeitspaketen mehrfach bei Aufträgen verwendet werden. Selbst wenn nur Teile der Gesamtergebnisse wie z.B. Einzelteile wiederverwendet werden, kann aus dieser Arbeitsweise ein gewisser Nutzen gezogen werden. Vorteil bei einer mehrfachen Verwendung von Ergebnissen aus Arbeitspaketen ist, dass der Aufwand des Arbeitspaketes nur einmalig auftritt, unabhängig von der Anzahl der Verwendung. Ein geringer Aufwand tritt durch die neuerliche Zuordnung pro Wiederverwendung auf, welcher hier vernachlässigt wird. Der Nutzen bzw. der Erlös, welcher durch die Verwendung von Arbeitspaketergebnissen resultiert, steigt im Gegensatz proportional mit der Anzahl der Verwendung linear an, wie in folgendem Diagramm schematisch dargestellt.

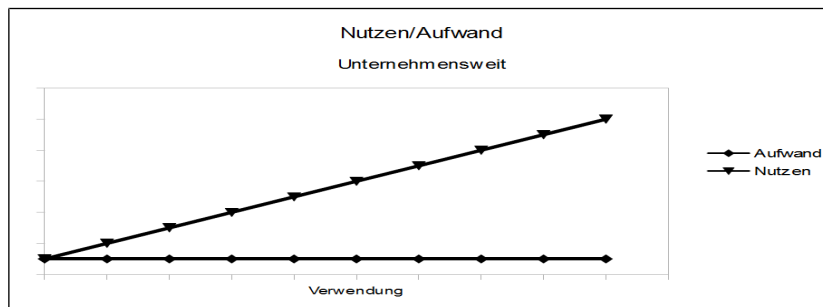


Abbildung 2.1: Diagramm: Nutzen/Aufwand von Arbeitspaketergebnissen Unternehmensweit¹²

Bezogen auf einen einzelnen Auftrag hat die Wiederverwendung von Ergebnissen keinen Einfluss auf den Nutzen bzw. Erlös. Der Aufwand hingegen sinkt mit steigender Wiederverwendung, schematisch dargestellt im nachfolgenden Diagramm.

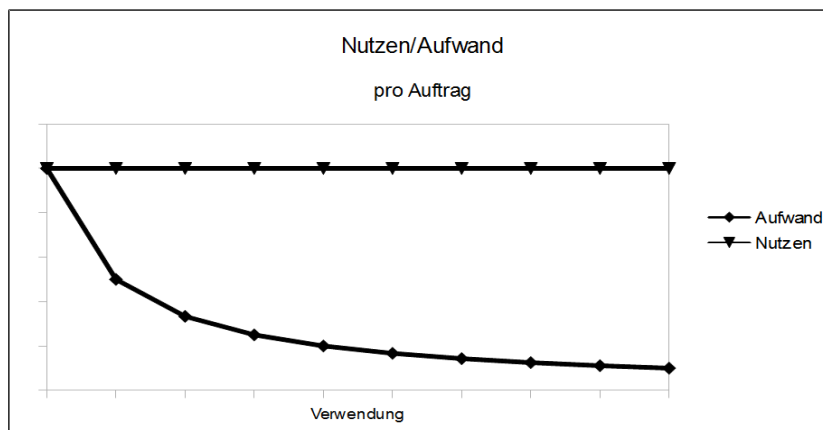


Abbildung 2.2: Diagramm: Nutzen/Aufwand von Arbeitspaketergebnissen pro Auftrag¹³

¹² Quelle: Eigene Darstellung

¹³ Quelle: Eigene Darstellung

Der Nutzen für einen einzelnen Auftrag wird in der Regel allerdings nicht schlagend, da ein Arbeitspaket-Ergebnis zum Zeitpunkt des Erstellens oft nur von einem Auftrag benötigt wird. Der jeweilige Auftrag wird somit mit dem vollen Aufwand des Arbeitspaketes belastet. Eine Wiederverwendung von Arbeitspaket-Ergebnissen, tritt in den meisten Fällen erst später auf. Folgeaufträge und somit auch das Unternehmen, profitieren von dem bereits abgearbeiteten Arbeitspaket.

Ergebnisse, welche unter entsprechenden Umständen wiederverwendet werden können, sind beim Konstruktions-Arbeitspaket alle Arten von technischen Informationen. Hierzu zählen technische Zeichnungen und Berechnungen genauso wie Datenblätter und technische Beschreibungen. Essentiell bei der Erstellung von auftragsneutralen Dokumenten, welche diese Informationen enthalten ist die Dokumente und die enthaltenen Informationen selbst möglichst universell einsetzbar zu halten. Eine Zuordnung zu übergeordneten Komponenten, vor allem aber zu zugewiesenen Aufträgen, darf nicht Inhalt dieser Ergebnisse sein sondern muss über eine Verknüpfung zu einer Struktur hergestellt werden. Würde die Zuordnung eines Ergebnisses zu einem Auftrag Inhalt des Ergebnisses sein, wäre dies ein eindeutiger Auftragsbezug. Das Ergebnis könnte nicht auftragsneutral behandelt und somit nicht wiederverwendet werden.

Bei den Vorgängen der Beschaffung und Produktion können nicht produzierte Teile als Ergebnisse wiederverwendet werden. In diesem Bereich sind es Abläufe, die bei der erstmaligen Abwicklung definiert wurden, die wiederverwendet werden können. Ein Beschaffungsvorgang welcher häufig vorkommt und immer gleich abläuft kann soweit standardisiert werden, dass durch die Erzeugung des Bedarfs für die jeweilige Komponente automatisch eine entsprechende Bestellung ausgelöst wird.

Ein exzellentes Beispiel hierfür ist die Beschaffung von Normteilen. Für die Beschaffung von Normteilen ist es sinnvoll, Parameter wie Lieferant, Preis und Lieferzeit durch strategische Abstimmung als Standard festzulegen. Sind diese Standards festgelegt, so kann eine Bestellung automatisch ausgelöst werden, da die übrigen zur Beschaffung notwendigen Informationen wie Mengen-, Termin- und Ortsinformationen, eindeutig aus dem erzeugten Bedarf hervorgehen. Bei einer Ausnahme bedingten Abweichung von der standardisierten Beschaffung solcher Teile kann die Beschaffung auch manuell erfolgen, um die Abweichungen zu berücksichtigen.

Im Allgemeinen sollte eine möglichst automatisierte Beschaffung vor allem für C-Material, gemäß der ABC-Analyse, angestrebt werden. Grund dafür ist, dass dieses Material einen hohen mengenmäßigen Anteil und geringen wertmäßigen Anteil gegenüber sonstiger Komponenten aufweist und durch die rationalisierte Abarbeitung Kosten eingespart werden können.¹⁴

¹⁴ „ABC-Analyse“ siehe Kapitel 7 Begriffserläuterungen

Die Beschaffung von Komponenten, bei denen eine weitgehend automatisierte Beschaffung nicht möglich oder sinnvoll ist, sollte zumindest so weit standardisiert sein, dass möglichst wenige Parameter von Beschaffungsvorgang zu Beschaffungsvorgang variieren. Die Bearbeitung von Bedarfen ist nahezu bei jeder Beschaffung gleich abzuwickeln, für ähnliche Komponenten können auch ähnliche Dokumente angewendet werden. Standardisierte unternehmensinterne Beschaffungsprozesse verringern den notwendigen Arbeitsaufwand und fördern die Nachvollziehbarkeit dieser Abläufe.

Ein Vorteil, der sich durch eine auftragsneutrale Beschaffung einstellt, ist die Möglichkeit, gleiche oder ähnliche Komponenten, unabhängig davon ob deren Bedarf von einem oder mehreren Aufträgen verursacht wird, gemeinsam zu beschaffen. Bei der Nutzung dieser Möglichkeit macht es Sinn, die Bearbeitung der Bedarfe von wiederkehrenden gleichen bzw. ähnlichen Bauteilen periodisch durchzuführen. Die Dauer dieser Perioden ist durch Erfahrungswerte so festzulegen, dass einerseits die Anzahl der gemeinsam zu beschaffenden Teile möglichst groß ist, andererseits der Einfluss auf die Beschaffungsdauer möglichst gering ist. Der Einfluss auf die Beschaffungsdauer wirkt sich dadurch aus, dass Komponentenbedarfe erst am Ende einer Periodendauer bearbeitet werden, auch wenn der Bedarf früher erzeugt wurde. Dieser Einfluss verlängert die Dauer der Beschaffung und kann somit ein Nachteil der periodischen Bearbeitung sein.

Ergänzend zur periodischen Bearbeitung ist es sinnvoll, Bedarfe jener Teile welche zeitkritisch sind, unabhängig von der Dauer einer Periode zu beschaffen. Eine Optimierung der Beschaffungsdauer wird dadurch erreicht.

Gemeinsame Abarbeitung von Bedarfen hat einen geringeren Arbeitsaufwand zur Folge, da Abläufe und Dokumente für mehrere Komponenten zusammengefasst werden. Diese Zusammenfassung hat aber keinen Einfluss auf Produktion und Lieferung der benötigten Komponenten. Der Ablauf von Produktion und Lieferung sollte möglichst flexibel und unabhängig von unternehmensinternen Prozessen abgewickelt werden können.

Musterbeispiel für einen auftragsneutralen Prozess ist die unternehmensinterne Entwicklung eines Produktes. Eine solche Entwicklung erfolgt ohne aktuellen Bedarf für das jeweilige Produkt, jedoch anhand von Erfahrungswerten aus bereits abgewickelten Aufträgen. Angestrebt wird bei solchen Entwicklungen eine Standard-Konstruktion und Standard-Logistik, welche möglichst universell einsetzbar ist. Entwicklungsergebnis sind Dokumente und vordefinierte Prozesse, welche dadurch zur Anwendung kommen, dass das entwickelte Produkt in Aufträgen Verwendung findet. Der Aufwand dafür ist keinem Auftrag zugeordnet und wird durch die interne Kostenrechnung auf jene Aufträge verteilt, in denen das Produkt verwendet wird. Bei Verwendung des jeweiligen Produktes in Aufträgen tritt nur ein geringer Aufwand für die Beschaffung des eigentlichen Produktes auf, da sowohl die Dokumente als auch die Prozesse, welche bei der Entwicklung erarbeitet wurden, zu Anwendung kommen. Im Idealfall müssen weder Dokumente noch Prozesse für den jeweiligen Auftrag angepasst werden.

Im Bereich der Bühnentechnik ist eine Entwicklung eines universell einsetzbaren Produktes allerdings selten möglich, da sowohl Kundenanforderungen als auch Veranstaltungsstätten meist sehr unterschiedlich sind. Die Entwicklung von Standardsystemen ist in der Bühnentechnik zielführender. Solche Systeme sind im Aufbau gleich, wodurch sich ein geringfügiger Anpassungsaufwand für einzelne Aufträge ergibt. Auf Standardsysteme bezogene Prozesse können durch deren gleichen Aufbau vordefiniert werden.

Für die auftragsneutrale und möglichst flexible Abwicklung von Konstruktions- und Beschaffungsprozessen ist die Festlegung einiger Rahmenbedingungen für das operative Arbeiten dienlich, welche in den folgenden Gliederungspunkten erläutert werden.

2.1 Informationsgehalt von Grunddaten/Stammdaten

Als Grunddaten oder Stammdaten werden Informationen bezeichnet, welche auftragsneutral behandelt werden. Diese Daten bleiben nach deren Erstellung in der Regel über einen längeren Zeitraum unverändert. Grunddaten werden unabhängig von Aufträgen erfasst und verwaltet. Diese Daten werden je nach Erfordernis Aufträgen zugeordnet, sprich in Aufträgen gegebenenfalls verwendet. Es besteht also in Form einer Verknüpfung Bezug zu einem oder mehreren Aufträgen. Theoretisch können auch Grunddaten existieren, welche keine Verknüpfung zu Aufträgen aufweisen, also keine Verwendung finden. Zu Informationen mit Stammdatencharakter zählen unter anderem Teilestammdaten, Strukturdaten, Kundenstammdaten, Lieferantenstammdaten, Arbeitsplatzstammdaten und Arbeitsgangstrukturdaten. Für die Abwicklung von Konstruktions- und Beschaffungsprozessen sind in erster Linie Teilestammdaten und Strukturdaten von Bedeutung.^{15 16}

Teilestammdaten sind beschreibende Informationen, welche ein Teil an sich beschreiben. Diese Daten sind im Sinne der Teilestammdatenverwaltung innerhalb eines Unternehmens für alle Teile, welche für Konstruktions- bzw. Beschaffungsvorgängen relevant sind, zu führen. Zu diesen Teilen gehören folgende:

- Rohmaterial bzw. Halbzeuge z.B.: U- Profil
- Verbrauchsmaterial z.B.: Schweißelektrode
- Hilfsstoffe z.B.: Schweißelektrode
- Normteile z.B.: Schraube
- Fertigungsteile z.B.: Welle
- Zukaufteile z.B.: Elektromotor
- Baugruppen z.B.: Seilwinde

Ein Teil muss durch die ihm zugeordneten Teilestammdaten eindeutig beschrieben werden, so dass dieser anhand der Beschreibung beschafft bzw. produziert werden kann. Manche Teile können mit wenigen Informationen beschrieben werden, wie z.B. durch die Angabe einer Norm und entsprechenden Abmessungen. Für die Beschreibung andere Teile kann eine große Menge von Informationen erforderlich sein.

15 Vgl. Lackes, R., Siepermann, M.(2013). Stichwort: Stammdaten [online] [6]

16 Vgl. Wannenwetsch, H.,Comperl, P., Illgner, E., Meier, A., Nicolai, S., Schmid, K.: Integrierte Materialwirtschaft und Logistik, 20.3.3 Datenmanagement [15]

Die Beschreibung eines Teils kann durch die in Abbildung 2.3 beispielhaft gezeigten Parameter (Spalte Feldbezeichnung) erfolgen.

Feldbezeichnung	Feldeintrag	Feldbeschreibung
Teilestammsatz- adresse	101	Logische Satzadresse
Teilenummer TNR	1001	Nr. zur eindeutigen Identifizierung des Teiles
Teilekurzbezeich- nung	Stahlrohrtisch	Kurzbeschreibung für interne Arbeits- unterlagen
Ausführliche Teile- bezeichnung	Stahlrohrtisch, Größe 70x140cm, Gestell beige lackiert	Ausführliche Teile-Beschreibung für externe Zwecke (Auftragsbestätigung)
Zeichnungsnummer	10001	Nr. der technischen Zeichnung
Kennzeichen	E	Eigenfertigung, Zukauf, Handelsware
Bezugsart		
Kennzeichen	ST	Maßeinheit des Teiles, Stück
Maßeinheit		
Kennzeichen Wert	A	A-, B-, C-Teil
Dispositionsstufe	0	Dispositionsstufe, auf der das Teil vorkommt
Dispositionsart	1	Verbrauchsgebundene programmge- bundene Disposition
Minimale Auftragsgröße	1	Volumen, welches ein Auftrag nicht unterschreiten darf
Sicherheitsbestand	5	Lagerbestand zur Deckung unerwartet auftretender Bedarfe
Variable Kosten	98	
Verkaufspreis	300	Preis pro Maßeinheit
Auftragsfixe Kosten	35	Auftragsgrößeneunabhängige Kosten in Verbindung mit der Herstellung des Teiles

Abbildung 2.3: Beispiel für Teilestammdaten¹⁷

In dem in der Abbildung angeführten Beispiel dient der Parameter „Teilenummer“ einer eindeutigen Identifizierung des jeweiligen Teiles. Diese Nummer hat keinerlei beschreibende Aussagekraft. Eine Beschreibung des jeweiligen Teils erfolgt hier durch Parameter wie „Teilekurzbezeichnung“ und „Ausführliche Teilebezeichnung“. Parameter wie „Zeichnungsnummer“, welche ein Dokument einem Teilestammdatensatz zuordnen, sind ebenfalls beschreibende Parameter, da die zugeordneten Dokumente beschreibende Informationen enthalten.

Eine eindeutige Nummer dient zur unverwechselbaren Identifikation eines Teilestammdatensatzes. Diese Nummer ist eine fortlaufende Zahl und hat keinerlei Aussagekraft. Sie dient als Knotenpunkt, an welcher Informationen geknüpft werden. Auf diese eindeutige Nummer kann auch verwiesen werden. Um einen produzierten Teil dem jeweiligen Teilestammdatensatz zuzuweisen ist es dienlich, diesen mit der entsprechenden Teilenummer zu signieren.

¹⁷ Quelle: Integrierte Materialwirtschaft und Logistik, Tabelle 20.2 Erzeugnisstruktursatz [15]

Die Bezeichnung oder Beschreibung von Teilen, in kurzer oder ausführlicher Form, dient dem Betrachter als groben Hinweis darauf, worum es sich bei dem beschriebenen Teil handelt. Der Inhalt dieser Beschreibung bzw. Bezeichnung wird meist als Freitext definiert. Ein solcher Parameter ist durchaus sinnvoll, um einen Teilestammdatensatz für einen Menschen lesbar und verständlich zu machen. Für eine computergestützte Verwaltung macht der Parameter allerdings wenig Sinn, da durch die Freitextgestaltung meist individuelle Informationsinhalte entstehen. Bemerkbar macht sich dies z.B. durch unterschiedliche Bezeichnungen basierend auf unterschiedlichen Sprachgewohnheiten oder differierender Setzung von Satzzeichen bzw. Leerzeichen. Eindämmen lässt sich dieser Individualismus zwar durch vordefinierte Auswahllisten oder strikte Vorgaben zur Belegung der Inhalte. Zielführender ist es jedoch, durch weitere Parameter eine zweifelsfreie und erfassbare Definition zu erreichen.

Sinnvollerweise werden Teile und somit auch Teilestammdatensätze in Kategorien unterteilt. Eine Unterteilung in Kategorien kann aus Sicht unterschiedlicher Fachbereiche erfolgen. Unterschiedliche Fachbereiche unterscheiden Teile anhand differierender Aspekte, wodurch eine vermeintlich eindeutige Kategorisierung inkonsistent werden kann. Mehrere, von einander unabhängige Kategorisierungen, machen es möglich eine einzelne Kategorisierung auf die Anforderungen eines Fachbereiches optimal anzupassen. Im Folgenden wird eine technische Unterteilung erläutert, welche auf den Anforderungen für die Konstruktions-, Beschaffungs- und Produktionsabläufe aufgebaut ist.

Grundgedanke bei dieser Segmentierung ist ein struktureller Aufbau, um sowohl eine grobe Unterscheidung als auch eine feine Differenzierung von Teilen zu ermöglichen. Dieser Aufbau ermöglicht ein dynamisch wachsendes System. Bei unterschiedlichen Teile-Kategorien kann ein unterschiedlicher Detailgrad definiert werden. Ist eine Teile-Kategorie einer großen Menge von Teilen zugeordnet, kann es erforderlich sein die jeweilige Teile-Kategorie in weitere Kategorien zu unterteilen. Beim Aufbau der strukturellen Kategorisierung macht es Sinn, von einer groben Unterteilung auszugehen und bei Bedarf den Detailgrad in der entsprechenden Kategorie durch Schaffung einer weiteren Strukturebene zu erhöhen.

Der Aufbau der Struktur basiert auf einem mehrstelligen Zahlencode, wobei jede Ziffer die Unterteilung in zehn unterschiedliche Kategorien ermöglicht. Die Folgeziffer stellt die untergeordnete Unterteilung dar, welche wiederum zehn mögliche Kategorien aufweist. Die Anzahl der Ziffern entspricht dem erforderlichen Detailgrad und kann entsprechend erweitert werden. Jede Ziffer entspricht einem Merkmal welches, bezogen auf die übergeordnete Kategorie, bis zu zehn Ausprägungen aufweisen kann. Die Darstellung der Struktur mit Hilfe von Ziffern erleichtert die Datenverwaltung und verhindert individuelle Eingaben die bei einem Freitext zu Problemen führen könnten. Außerdem ermöglicht die Zuweisung eines Zahlencodes eine einfache Anpassung der Kategorien, da bei einer Änderung der Beschreibung einer Kategorie nur die Zuweisung des Zahlencodes zur Beschreibung geändert werden muss und nicht jeder Teil, welcher der entsprechenden Kategorie zugewiesen wurde.

Die Anwendung der erläuterten Unterteilung kann für eine Blechtafel folgendermaßen aussehen.

	Zahlencode zur Kategorisierung						
	1. Ebene	2. Ebene	3. Ebene	4. Ebene	5. Ebene	6. Ebene	
	1	1	1	5	2	2	Blechtafel
Kategoriebezeichnung	Rohmaterial	Halbzeug	Eisenwerkstoffe	Bleche	Glatte Blechtafeln	EN10029 Mittel- und Grobblech warmgewalzt	

Tabelle 2.1: Beispiel Teile Kategorisierung¹⁸

Die angeführte Blechtafel ist in diesem Beispiel sechs, hierarchisch aufgebauten Merkmalen zugewiesen, wobei der Detailgrad von der ersten zur sechsten Ebene zunimmt. Je nach Erfordernis kann jede der angeführten Ebenen, bzw. eine Kombination mehrerer Ebenen z.B. für eine Suche, herangezogen werden.

Bei konsequenter durchgängiger Verwendung einer solchen Kategorisierung ist diese, bei Prozessen der Konstruktion sowie der Beschaffungs- und Produktionslogistik, an vielen Stellen sinnvoll einsetzbar. Einsatzmöglichkeiten und Vorteile davon werden in den Folgekapiteln detailliert beschrieben. In der folgenden Auflistung finden sich einige stichwortartige Einsatzmöglichkeiten zur Orientierung.

- Konstruktion
 - Auffinden von Teilen zur Wiederverwendung bzw. Verwendung als Vorlage
- Beschaffungslogistik
 - Teilezuweisung zu spezialisierten Lieferanten
 - Zusammenfassung ähnlicher Teile
- Produktionslogistik
 - Teilezuweisung zu spezialisierten Produktionsstätten
 - Rohteil- bzw. Halbzeug-Beschaffung

¹⁸ Quelle: Eigene Darstellung

Zusätzlich zu Merkmalen, welche sich aus einer Kategorisierung ableiten, ist es sinnvoll, weitere Merkmale, welche keiner Hierarchie unterliegen, für einen Teilestammdatensatz zu definieren.

Die Definition von Abmessungen ist als beschreibender Parameter hilfreich. Abmessungen können in manchen Fällen als Teil des hierarchischen Aufbaus einer Kategorisierung Verwendung finden, z.B. bei abgestuften Abmessungen oder festgelegten Abmessung-Bereichen, deren Ausprägungen durch eine begrenzte Anzahl von Kategorien abdeckbar ist. Meist ist es jedoch eine zielführendere Herangehensweise, Abmessungen als Parameter zu definieren, welche unabhängig von einem hierarchischen Aufbau sind. Durch diese Herangehensweise ist die Ausprägung des Parameters nicht begrenzt und eine detaillierte Beschreibung der Abmessungen wird ermöglicht. Es ist außerdem zielführend, die Ausprägung durch eine definierte Syntax vorzugeben bzw. diese auf eine numerische Eingabe zu begrenzen, um eine computergestützte Verwaltung zu erleichtern.

Um eine eindeutige Beschreibung eines Teils zu erreichen bedarf es in den meisten Fällen weiterer beschreibender Parameter. Die Anzahl an beschreibenden Parametern ist prinzipiell unbegrenzt, es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass eine gewisse Übersichtlichkeit durch die Begrenzung der Anzahl an Parametern gewährleistet ist. Beachtet man die große Menge an unterschiedlichen Teilen und deren differierenden Eigenschaften, welche gemeinsam verwaltet werden sollen, würde eine Unmenge an Parametern erforderlich sein, wenn jede Eigenschaft durch einen Parameter beschrieben werden sollte. Allgemein gültige Parameter, welche z.B. durch frei zu definierenden Text gefüllt werden, sind hierbei sinnvoller. So können durch einen Parameter, zugewiesen auf unterschiedliche Teile, verschiedene Eigenschaften beschrieben werden. Die Menge und Art an benötigten Parametern ist spezifisch an die Unternehmensbedürfnisse anzupassen.

In folgender Tabelle sind einige Beispiele an beschreibenden Parametern inkl. Erläuterungen aufgelistet:

Parameter	Beschreibung
Beschreibung 2 Beschreibung...	Allgemein gültig, frei definierbar, ergänzende Parameter zur Beschreibung
Norm	Entsprechende Norm des jeweiligen Teils, bei Normteilen
Werkstoff	Werkstoff des jeweiligen Teils
Kreditor	Entsprechender Kreditor des Teils, bei Zukaufteilen
Kreditoren-Artikeldnummer	Entsprechende Artikelnummer des Teils beim Kreditor, bei Zukaufteilen gemäß Katalog

Tabelle 2.2: Beschreibende Parameter¹⁹

In vielen Fällen ist eine Beschreibung durch Parameter nicht ausreichend. Dokumente wie Zeichnungen, Beschreibungen und Datenblätter enthalten wesentlich mehr und detailliertere Informationen als Teilestammdaten. Bei Normteilen sind solche Dokumente die betreffenden Normen, diese definieren das Normteil selbst und enthalten ergänzende Informationen.

Noch wichtiger ist die Rolle von Dokumenten bei Teilen, welche gemäß Konstruktions-Vorgabe gefertigt werden. Die Geometrie solcher Teile kann nur durch Konstruktionszeichnungen beschrieben werden. Beschreibende Dokumente müssen dem beschriebenen Teil zugeordnet und zentral zugänglich sein. Sinnvollerweise werden alle Dokumente, die einen Teil in irgendeiner Form betreffen, diesem zugeordnet. Dazu zählen nicht nur Dokumente, welche zur Herstellung bzw. Beschaffung eines Teils notwendig sind, sondern auch Dokumente, welche z.B. die Auslegung dokumentieren und auch diverse Notizen.

Auf die Verwaltung von Dokumenten und deren Inhalt wird im Zuge der Beschreibung der Informationslogistik näher eingegangen.

¹⁹ Quelle: Eigene Darstellung

Ergänzend zu beschreibenden Parametern und Dokumenten ist die Verwaltung von Daten, die die Beschaffungs- und Produktionslogistik betreffen, ein essentieller Teil der Grunddatenverwaltung. Diese Daten werden als Grunddaten verwaltet, da sie allgemein gültig sind, allerdings beziehen sich diese Daten auf Prozesse der Beschaffung bzw. Produktion. Einige dieser Daten finden sich in der Abbildung 2.3 und ergänzend in folgender Tabelle.

Parameter	Beschreibung
Kennzeichen Bezugsart	Festlegung auf welche Weise der Teil bezogen wird (Eigenfertigung, Zukauf, Handelsware)
Kennzeichen Maßeinheit	Maßeinheit des Teils (Stück, Meter, Liter...)
Minimale Auftragsgröße	Volumen, welches ein Auftrag nicht unterschreiten darf
Sicherheitsbestand	Lagerbestand zur Deckung unerwarteter Bedarfe
Losgröße	Menge einer Produktart oder einer Baugruppe, die in einer Produktionsstufe als geschlossener Posten (Los) ohne Unterbrechung durch die Produktion anderer Produkte oder Baugruppen gefertigt wird. ²⁰
Variable Kosten	Kosten pro Maßeinheit
Verkaufspreis	Preis pro Maßeinheit
Auftragsfixe-Kosten	Auftragsgrößenunabhängige Kosten in Verbindung mit der Herstellung des Teils
Wiederbeschaffungszeit	Ist die Zeitdauer zwischen der Bestellauslösung und dem Zeitpunkt der Verfügbarkeit des bestellten Materials ²¹

Tabelle 2.3: Beschaffungs- und Produktionslogistik Parameter²²

Die Verwendung und Verwaltung dieser Daten wird im Zuge der Auftragsabwicklung in einem weiteren Kapitel genauer erläutert.

Parameter, welche im Zuge der Teilestammdatenverwaltung eine Rolle spielen, existieren weit mehr als bereits angeführt. Dazu zählen z.B. Parameter die für die Buchhaltung benötigt werden. Auf diese Parameter wird hier nicht weiter eingegangen, da die nicht Ziel dieser Arbeit sind.

²⁰ Vgl. Voigt, K.(2013). Stichwort: Losgröße [online] [10]

²¹ Vgl. Wannenwetsch, H.,Comperl, P., Illgner, E., Meier, A., Nicolai, S., Schmid, K.: Integrierte Materialwirtschaft und Logistik, 2.4.5 Wiederbeschaffungszeit [15]

²² Quelle: Eigene Darstellung

2.2 Beschreibung des Produkt-Strukturaufbaus

Grunddaten bestehen aus den bereits beschriebenen direkt zugeordneten Parametern, welche den Teil selbst beschreiben. Des Weiteren sind Zuordnungen von Teilen als untergeordnete Komponenten zu anderen Teilen ebenfalls Gegenstand der Grunddaten. Diese Zuordnung beschreibt aus welchen Komponenten ein Teil besteht bzw. welche Komponenten erforderlich sind, um einen Teil zu produzieren. Einzelne Zuordnungen bilden über mehrere Stufen einen strukturellen Aufbau, der den Zusammenhang von Komponenten in Baugruppen definiert. Der strukturelle Aufbau von Komponenten reicht in den Grunddaten soweit, dass dieser eine Struktur eines Produktes beschreibt.

Mit dem Begriff Produkte werden hier Maschinen bzw. Teilanlagen bezeichnet, welche eine Funktion in einer Gesamtanlage erfüllen und in unterschiedlichen Aufträgen zum Einsatz kommen. Aufgrund der Wiederverwendung in gleicher oder ähnlicher Form ist es sinnvoll, die Strukturen eines Produktes als Grunddaten zu verwalten.

Produkt-Strukturen werden auf Basis von Daten, welche im Zuge der Konstruktion eines Produktes entstehen, aufgebaut. Die Prozesse der Konstruktion werden als auftragsneutrale Prozesse abgewickelt, wodurch sich für Produkt-Strukturen eine auftragsneutrale Verwaltung ergibt.

Produkt-Strukturen kommen bei Bedarf in Aufträgen zum Einsatz und werden somit Auftragsstrukturen zugeordnet. Die Verwendung von Produkt-Strukturen in Aufträgen wird im Zuge der Beschreibung der Auftragsabwicklung genauer erläutert.

Inhalt von Strukturen ist der Verweis mit der entsprechenden Menge auf prinzipiell alles, was zur Produktion eines Teils benötigt wird. In dieser Ausarbeitung werden einige grundlegende Inhalte beschrieben, die für ein in der Bühnentechnik tätiges Unternehmen ohne eigene Fertigung relevant sind. Dazu zählen folgende Inhalte:

- Konstruktionsaufwand
- Material
- Produktionsaufwand

In diesem Fall wird unter Konstruktionsaufwand in erster Linie jener Aufwand verstanden, der erforderlich ist, um alle Konstruktions-Dokumente zu erstellen, die das Teil direkt betreffen. Es ist allerdings dabei zu beachten, dass dieser Aufwand nur einmal erforderlich ist. In welcher Form die Kosten dieses Konstruktionsaufwandes auf die Aufträge, in denen der Teil vorkommt, aufgeteilt werden, muss vom Unternehmen strategisch entschieden werden. In der Regel werden die anfallenden Kosten zur Gänze von jenem Auftrag getragen, in dem der Teil zum ersten Mal Verwendung findet.

Unter Konstruktionsaufwand werden hier auch Produktionsbetreuungs-Tätigkeiten verstanden, welche bei jeder Wiederverwendung eines Teils seitens der Konstruktionsabteilung erneut erforderlich sind. Der Aufwand dafür ist, unabhängig von der Anzahl der zu produzierenden Teile, pauschal für die Verwendung des jeweiligen Teils zu berücksichtigen.

Das Material beinhaltet jene Teile die notwendig sind, um ein Stück des jeweils übergeordneten Teils zu produzieren. Die erforderlichen Teile müssen, in der erforderlichen Menge, dem Produktions-Prozess zur Verfügung gestellt werden. Details hierzu werden später dargelegt. Dieser Inhalt der Struktur ist Teil der Konstruktionsergebnisse und dient, in Form eines Dokuments, als Stückliste für die Produktion.

Zusammenfassend wird unter Produktionsaufwand der Aufwand an Ressourcen und Verbrauchsmaterial beschrieben, der erforderlich ist, um aus dem Ausgangsmaterial das geforderte Teil zu produzieren. Aus Sicht eines Unternehmens ohne eigene Produktion kann dieser Aufwand pauschal betrachtet werden, da dieser auch pauschal zugekauft wird. Aus Sicht eines Produktionsunternehmens wäre der Produktionsaufwand detaillierter zu betrachten und in Verbrauchsmaterial, Maschinenstunden, Personalstunden usw. zu unterteilen.

Der Aufbau von Produkt-Strukturen erfolgt stufenweise nach dem Vorbild einer Baukastenstückliste²³. Dadurch wird je nach Erfordernis, einem Teil Konstruktionsaufwand, Material und Produktionsaufwand direkt untergeordnet. Die Struktur eines Teils selbst hat also nur eine Ebene und bezieht sich auf die Einmenge des Teils. Diese Herangehensweise ermöglicht einen simplen Aufbau, der in weiterer Folge einfache Abwicklungsprozesse zulässt. Mehrstufige und somit komplexere Strukturen ergeben sich, wenn einem untergeordneter Teil wiederum Teile zugeordnet sind.

Zur genaueren Darstellung von Produktstrukturen werden im Folgenden einige Beispiele angeführt. Diese Beispiele basieren auf Komponenten aus der praktischen Anwendung in der Bühnentechnik und dienen als Struktur-Vorlage für ähnliche Komponenten. Der Aufbau dieser Struktur-Vorlagen erfolgt jeweils aus der Sichtweise eines Bühnentechnik-Unternehmens ohne eigene Produktion.

23 „Baukastenstückliste“ siehe Kapitel 7 Begriffserläuterungen

Ein simples Beispiel ist ein Blechteil, im speziellen ein Lagerschild einer Seilwinde. Dieser Teil wird anhand einer Fertigungszeichnung und zugehöriger Konstruktionsdokumente spezifiziert. Das Erstellen dieser Unterlagen ist der einmalige Konstruktionsaufwand, der für die Produktion des Blechteils erforderlich ist. Dieser Konstruktionsaufwand wird mit einer beispielhaften Menge von zehn Stunden angenommen. Der Produktionsaufwand beinhaltet in diesem Fall die Arbeitsgänge Zuschneiden des Blechs, Fräsen von Aussparungen und Beschichten des Teils. Außerdem schließt der Produktionsaufwand noch Verbrauchsmaterial wie z.B. den Lack für die Beschichtung mit ein. Bei dem Produktionsaufwand handelt es sich um Aufwand der zugekauft wird, weshalb dieser pauschal für einen Blechteil in die Struktur aufgenommen wird. Als Ausgangsmaterial wird ein Teil einer genormten Blechtafel mit einer Breite von 1000mm, einer Länge von 2000mm und einer Dicke von 40mm angenommen. Die benötigte Menge der Blechtafel für die Produktion des Blechteils ist sinnvollerweise durch den Flächeninhalt eines, die tatsächliche Geometrie umschreibenden, Rechteck näherungsweise festzulegen. Angenommen wird ein umschreibendes Rechteck mit einer Breite von 300mm und einer Höhe von 400mm, wodurch sich eine Menge von 120000mm² ergibt. In der Tabelle 2.4 ist dieses Beispiel dargestellt.

Menge	Beschreibung
1 Stück	Lagerschild
└ 10 Stunden	└ Konstruktionsaufwand
└ 1 Pauschal	└ Produktionsaufwand
└ 120000 mm ²	└ Blechtafel 1000x2000x40 nach EN 10029 ²⁴

Tabelle 2.4: Beispielstruktur Blechteil²⁵

Ähnlich dem Beispiel eines Blechteils ist die Struktur eines Stahlprofils aufgebaut. Konstruktionsaufwand wird gleich wie im vorangegangenen Beispiel mit zehn Stunden angenommen. Unter Produktionsaufwand fällt in diesem Beispiel nur der Zuschnitt des Stahlprofils da angenommen wird, dass dieses nicht weiter bearbeitet wird. Bei pauschaler Betrachtung des Produktionsaufwands hat dies allerdings keine Auswirkung auf die Struktur des Teils. Als erforderliches Material für die Produktion des Stahlprofils wird ein Stahlprofil der Dimension IPE 120 nach EN 10025-1 ²⁶ mit einer Länge von 6000mm angenommen, von dem 1500mm benötigt werden. Aufgrund der getroffenen Annahmen sieht die Struktur wie in Tabelle 2.5 dargestellt aus.

Menge	Beschreibung
1 Stück	Stahlprofil
└ 10 Stunden	└ Konstruktionsaufwand
└ 1 Pauschal	└ Produktionsaufwand
└ 1500 mm	└ Stahlprofil IPE 120x6000 nach EN 10025-1

Tabelle 2.5: Beispielstruktur Stahlprofil²⁷

²⁴ Vgl. Norm EN 10029. Warmgewalztes Stahlblech [20]

²⁵ Quelle: Eigene Darstellung

²⁶ Vgl. Norm EN 10025-1. Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen [19]

²⁷ Quelle: Eigene Darstellung

In manchen Fällen ist es notwendig z.B. einen Normteil, der im Regelfall ohne Bearbeitung eingesetzt wird, durch Bearbeitung anzupassen. Diese Bearbeitung macht es wiederum erforderlich, die Produktion des geforderten Teils anhand einer Struktur zu definieren. Der geforderte Teil ist kein Normteil sondern ein Teil der gemäß Konstruktionsvorgaben produziert wird. Die Produktion unterscheidet sich prinzipiell nicht von einem Einzelteil, wie in den beiden vorangegangenen Beispielen beschrieben.

Zur Darstellung einer entsprechenden Struktur wird als Exempel eine Schraube der Größe M12 und Länge 60mm nach EN 4017²⁸ herangezogen, die durch eine Querbohrung im Gewinde angepasst wird. Als Konstruktionsaufwand wird beispielsweise eine Stunde angenommen und der Produktionsaufwand, das Bohren der Querbohrung, wird wiederum pauschal angenommen. Benötigtes Material für die Produktion der angepassten Schraube ist die genormte Schraube, welche vollständig durch die jeweilige Norm beschrieben ist. Die entsprechende Struktur ist in Tabelle 2.6 dargestellt.

Menge	Beschreibung
1 Stück	Schraube mit Querbohrung
└ 1 Stunde	└ Konstruktionsaufwand
└ 1 Pauschal	└ Produktionsaufwand
└ 1 Stück	└ Schraube M12 x 60mm nach EN 4017

Tabelle 2.6: Beispielstruktur bearbeiteter Normteil²⁹

Die selbe Herangehensweise wie für bearbeitete Normteile gilt auch für Teile welche gemäß Katalog-Angaben beschafft werden und durch nachträgliche Bearbeitung den gegebenen Erfordernissen angepasst werden. Als Beispiel wird hierbei eine Laufschiene herangezogen, welche mit individuellen, durch die Konstruktion definierte, Bohrungen ergänzt wird. Als Konstruktions- und Produktionsaufwand werden die selben Mengen angenommen wie im vorangegangenen Beispiel. Ausgangsmaterial ist in diesem Fall eine Laufschiene gemäß Katalog-Angaben. Die Tabelle 2.7 stellt dieses Beispiel dar.

Menge	Beschreibung
1 Stück	Laufschiene bearbeitet
└ 1 Stunde	└ Konstruktionsaufwand
└ 1 Pauschal	└ Produktionsaufwand
└ 1 Stück	└ Laufschiene gemäß Katalogangaben

Tabelle 2.7: Beispielstruktur bearbeiteter Katalog-Teil³⁰

Diese vier Beispiel-Strukturen stellen Einzelteile dar, die nach Konstruktionsvorgaben produziert werden und verdeutlichen, dass der Strukturaufbau jeder dieser Einzelteile dem selben Schema folgt. Als Ausgangsmaterial dient in allen Fällen eine vordefinierte Komponente, der erforderliche Teil wird durch die Bearbeitung des Ausgangsmaterials erzeugt.

28 Vgl. Norm EN 4017. Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf [21]

29 Quelle: Eigene Darstellung

30 Quelle: Eigene Darstellung

Etwas komplexere Strukturen sind erforderlich, um den Aufbau von Baugruppen zu beschreiben. Eine Baugruppe ist eine Gruppe von Einzelteilen, die als Einheit in das Endprodukt bzw. eine andere Baugruppe eingeht.³¹ Den Einzelteilen einer Baugruppe ist in den meisten Fällen selbst eine Struktur zugewiesen. Bei Betrachtung der aufgelösten Gesamtstruktur einer Baugruppe folgt daraus eine mehrstufige Struktur. Der Baugruppe selbst, ist allerdings nur eine Strukturebene direkt zugeordnet.

Die Struktur einer Baugruppe beinhaltet den Konstruktionsaufwand, welcher für die Erstellung von Konstruktionsdokumenten aufgebracht werden muss. Konstruktionsdokumente betreffend einer Baugruppe definieren ausschließlich das Zusammenfügen von Einzelteilen. Die Produktion der Einzelteile ist nicht Inhalt dieser Dokumente, womit auch der Konstruktionsaufwand bezüglich der Produktion von Einzelteilen nicht Inhalt einer Baugruppenstruktur ist. Dementsprechend ist auch für den Produktionsaufwand von Baugruppen nur das Zusammenfügen von Einzelteilen relevant.

Als Beispiel für eine Baugruppenstruktur, wird die Struktur einer Schweißbaugruppe, bestehend aus mehreren Blechen, herangezogen. Konstruktionsaufwand ist bei dieser Baugruppe die Erstellung der Schweißzeichnung und anderer entsprechender Unterlagen. Konstruktionsunterlagen bezüglich einzelner Bleche beziehen sich nicht auf die Baugruppe. Somit ist der damit verbundene Konstruktionsaufwand nicht Teil der Baugruppenstruktur. Unter Produktionsaufwand fällt in diesem Beispiel das Zusammenschweißen der einzelnen Bleche und die Lackierung der zusammengeschweißten Baugruppe. Der Zuschnitt und die Bearbeitung der einzelnen Bleche ist nicht Teil des Produktionsaufwands der Baugruppe, sondern Teil des Produktionsaufwands, welcher Inhalt der Einzelteil-Strukturen ist. Gesondert muss jedoch eine Bearbeitung der Bleche im zusammengeschweißten Zustand betrachtet werden. In solch einem Fall ist der Aufwand dieser Bearbeitung der Baugruppe zuzuordnen. Dieser Fall tritt z.B. auf, wenn Löcher in Schweißkonstruktionen vorgesehen sind, bei denen Schweißtoleranzen zu Problemen führen. Dabei werden die Löcher im zusammengeschweißten Zustand in die Baugruppe gebohrt. Ausgangsmaterial für die Schweißbaugruppe sind drei unterschiedliche Bleche in unterschiedlicher Menge. Ob diesen Blechen selbst eine Struktur zugeordnet ist und wie diese Bleche produziert werden, ist für die Struktur der Baugruppe irrelevant. In der Tabelle 2.8 ist die direkt zugeordnete Struktur der Schweißbaugruppe dargestellt.

Menge	Beschreibung
1 Stück	Schweißbaugruppe
└ 15 Stunden	└ Konstruktionsaufwand
└ 1 Pauschal	└ Produktionsaufwand
└ 4 Stück	└ Blech 1
└ 2 Stück	└ Blech 2
└ 1 Stück	└ Blech 3

Tabelle 2.8: Beispielstruktur Schweißbaugruppe³²

³¹ Vgl. Voigt, K. (2013). Stichwort: Baugruppe [online] [8]

³² Quelle: Eigene Darstellung

Zur detaillierten Veranschaulichung des Aufbaus einer Baugruppe ist eine aufgelöste Struktur hilfreich. Durch die Auflösung einer Struktur werden Teile durch den Inhalt ihrer Struktur erweitert, sodass die aufgelöste Struktur alle untergeordneten einstufigen Strukturen zusammengesetzt darstellt. Die aufgelöste Struktur der oben erläuterten Schweißbaugruppe sieht z.B. wie folgt aus.

Menge	Beschreibung
1 Stück	Schweißbaugruppe
└ 15 Stunden	└ Konstruktionsaufwand
└ 1 Pauschal	└ Produktionsaufwand
└ 4 Stück	└ Blech 1
└ 5 Stunden	└ Konstruktionsaufwand
└ 1 Pauschal	└ Produktionsaufwand
└ 2000mm²l	└ Blechtafel 1500x3000x3 nach EN 10029
└ 2 Stück	└ Blech 2
└ 5 Stunden	└ Konstruktionsaufwand
└ 1 Pauschal	└ Produktionsaufwand
└ 5000mm²l	└ Blechtafel 1500x3000x1 nach EN 10029
└ 1 Stück	└ Blech 3
└ 5 Stunden	└ Konstruktionsaufwand
└ 1 Pauschal	└ Produktionsaufwand
└ 9000mm²l	└ Blechtafel 1500x3000x8 nach EN 10029

Tabelle 2.9: Beispielstruktur Schweißbaugruppe aufgelöst³³

Eine in dieser Form aufgelöste Struktur dient der Übersicht. Diese Strukturen ermöglichen im Grunddatenbereich z.B. eine Kontrolle der Zusammenhänge einzelner Strukturen.

Baugruppenstrukturen können wiederum Inhalt von anderen Baugruppenstrukturen sein, so dass die Anzahl der Strukturstufen weiter erhöht wird. Die Anzahl an Abstufungen ist unbegrenzt, doch der Aufbau erfolgt durch das definieren von einstufigen Strukturen, wie durch die angeführten Beispiele erläutert.

33 Quelle: Eigene Darstellung

2.3 Informationsmanagement

Grundlage für die Abwicklung eines Auftrages und die Produktion von Maschinen, Anlagen sowie bühnentechnischer Einrichtungen, ist die Erstellung und Verwaltung von Informationen in Form von Dokumenten. Bei der Erstellung von Dokumenten ist es von großem Vorteil, diese nach vordefinierten Randbedingungen zu gestalten. Dadurch ist die Nachvollziehbarkeit gegeben und die Bearbeitung durch mehrere Personen wird erleichtert. Zu solchen Randbedingungen zählen unter anderem die generelle Ablage von Dokumenten, eine Kategorisierung und die Definition des Inhalts sowie dessen Formatierung. Auch die Verwaltung von Dokumenten sollte gemäß eines vordefinierten Schemas erfolgen. Bestandteile der Verwaltung von Dokumenten sind ein definierter Lebenszyklus, Versionsmanagement und die unternehmensinterne sowie externe Verfügbarkeit.

Eine grundsätzliche Festlegung des hier ausgearbeiteten Informationsmanagements ist, eine zentrale und auftragsneutrale Ablage. Dokumente werden unabhängig von deren Zugehörigkeit zu Komponenten, Produkten oder Aufträgen gemeinsam abgelegt und verwaltet. Diese Form der Ablage ermöglicht eine mehrfache Zuordnung von Dokumenten. Beispielsweise müssen unternehmensweit gültige Fertigungsvorschriften allen Komponenten zugeordnet werden, die laut Konstruktionsvorgabe produziert werden. Würden diese Fertigungsvorschriften nicht zentral abgelegt sein, sondern für jede Komponente separat existieren, wäre eine synchrone Verwaltung äußerst aufwendig, da eine Vielzahl an Dokumenten gepflegt werden müsste. Individueller Inhalt und differierende Formatierung der Dokumente ist durch die Vielzahl an Dokumenten sehr wahrscheinlich, obwohl weder Inhalt noch Formatierung voneinander abweichen sollten. Eine Änderung der Fertigungsvorschriften, aufgrund von Weiterentwicklung oder Normen-Änderung, muss zum Beispiel im Sinne des Qualitätsmanagement auf alle betreffenden Komponenten angewendet werden.

Die Auffindbarkeit von Dokumenten wird durch eine zentrale Ablage ebenfalls erleichtert, allerdings ist hierfür eine Kategorisierung notwendig. auftragsneutral abgelegte Dokumente entsprechen prinzipiell den bereits erläuterten Stammdaten, somit ist eine Dokumenten-Kategorisierung ähnlich der Stammdaten-Kategorisierung naheliegend. Die Kategorisierung sollte sich allerdings dabei nicht auf jenes Element beziehen worauf das Dokument verweist, sondern auf die Art bzw. den Inhalt des Dokuments. Zum Beispiel sollte eine entsprechende Kategorisierung eine grobe Unterscheidung zwischen Besprechungsprotokollen und Fertigungszeichnungen ermöglichen. Analog zum Aufbau der Stammdaten-Kategorisierung wird die Dokumenten- Kategorisierung strukturell aufgebaut und der Detailgrad kann nach Bedarf definiert werden.

Als erste grobe Unterscheidung werden beispielhaft folgende Kategorien definiert, welche die erste Strukturstufe der Dokumenten-Kategorisierung bilden.

- Konstruktions-Dokumente (Skizzen, Fertigungszeichnungen, 3D-Modelle, Genehmigungs-Zeichnungen)
- Berechnungen (Festigkeits-Nachweise, Antriebsauslegungen)
- Auflistungen (Stücklisten, Zeichnungslisten)
- Beschreibungen (Normen, Datenblätter, Kataloge)
- Protokolle (Besprechungsprotokolle, Prüfzeugnisse)
- Beschaffungsrelevante Dokumente (Angebote, Bestellungen, Lieferscheine)
- Sonstige Dokumente

Zur eindeutigen Identifizierung von Dokumenten ist es auch sinnvoll, diese mit eindeutigen Nummern zu versehen, ähnlich der Stammdatensatz-Nummerierung. Unter Umständen ist es zielführend für Dokumente und Stammdatensätze unterschiedliche Nummernkreise zu verwenden, um die beiden Bereiche auf den ersten Blick unterscheiden zu können.

Dokumente beziehen sich im Zuge der Auftragsabwicklung in der Regel auf Komponenten oder Aufträge. Dieser Bezug ist bidirektional durch den Verweis von Dokumenten auf Teilestammdaten-Nummern und Auftrags-Nummern bzw. von Teilestammdaten auf Dokumenten-Nummern definiert. Die Anzahl der Verweise in beide Richtungen ist dabei nicht begrenzt. So kann z.B. eine Zeichnung mehrere Stammdatensätze beschreiben und ein Teilestammdatensatz durch mehrere unterschiedliche Dokumente beschrieben werden. Eine gegenseitige Mehrfachzuordnung ist allerdings nur möglich, wenn der Inhalt der Datensätze möglichst unabhängig definiert ist. Eine Verknüpfung zwischen Dokumenten wie bei Zeichnungen und zugehörigen Berechnungen ist ebenso hilfreich.

Die Wiederauffindbarkeit von Daten wird durch die beschriebenen Verknüpfungen erheblich verbessert, da Dokumente anhand von Teile-Stammdaten auffindbar sind und umgekehrt. Außerdem ist eine Nachvollziehbarkeit bei durchgängig definierten Zuordnungen durch Verknüpfungen sehr einfach möglich.

Beim Erstellen von Dokumenten sollte berücksichtigt werden, welchen Zweck das jeweilige Dokument erfüllen soll und welche damit verbundenen Informationen in dem Dokument enthalten sein müssen. Um Dokumente flexibel und dadurch mehrfach einsetzbar zu gestalten ist es zielführend, den Informationsgehalt zu beschränken und vorzudefinieren. Beschaffungsinformationen z.B. sind sinnvollerweise nicht Inhalt von Konstruktions-Zeichnungen. Der Inhalt einiger Dokumente, welche für Konstruktions-, Beschaffungs- bzw. Produktions-Prozesse relevant sind, wird folgend in groben Zügen festgelegt.

Wichtiger Teil des Konstruktionsprozesses ist die Erstellung von Fertigungszeichnungen, welche auf CAD-Daten basieren. Jede Komponente, die konstruktiv relevant ist, hat einen CAD-Datensatz zugeordnet. Dazu zählen nicht nur Teile, welche gemäß Fertigungszeichnungen produziert werden, sondern z.B. auch Normteile und Zukaufteile. Fertigungszeichnungen und CAD-Daten enthalten in erster Linie geometrische Daten eines Teils. Zu diesen Daten gehören die Form, die Abmessungen, die Oberflächenbeschaffenheit sowie Toleranzangaben. Aussagekräftige Geometriedaten wie z.B. Hauptabmessungen können als Parameter ausgelesen werden, um die CAD-Datensätze in einer Datenbank auffindbar zu gestalten. Diese geometrischen Daten sind, je nach Konstruktions-Software, als zweidimensionale oder dreidimensionale Geometrie vorhanden. Für die Verwaltung der Daten ist die Art der Geometrie allerdings nicht relevant. Es können auch zweidimensionale CAD-Daten getrennt von dreidimensionalen CAD-Daten verwaltet werden, wobei eine Verknüpfung zueinander und zu den selben Teilestammdaten zielführend ist.

Abgesehen von den geometrischen Daten enthalten CAD-Datensätze beschreibende Parameter, welche die CAD-Daten aus Sicht der Konstruktion handhabbar machen. Die Zuweisung von Masseneigenschaften ist sinnvoll, wenn die Gewichts Berechnung durch die CAD-Software automatisch erfolgt und organisatorisch relevant ist.

Baugruppen werden konstruktiv durch zusammengesetzten von CAD-Datensätzen definiert, wodurch eine Struktur entsteht. Diese CAD-Struktur kann als Grundlage für Produkt-Strukturen dienen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass eine CAD-Struktur konstruktionsbezogen ist. Der Aufbau einer CAD-Struktur orientiert sich an dem Ablauf des Konstruktionsprozesses, der Aufbau einer Produkt-Struktur hingegen orientiert sich an Beschaffungs- und Produktionsprozessen. Außerdem werden nicht alle Teile, die Inhalt einer Produkt-Struktur sind, grafisch dargestellt und sind somit auch nicht in einer CAD-Struktur enthalten. Ein Beispiel hierfür sind Produktionsaufwände.

Inhalt von Zeichnungen sind auch Positionsnummern, die den Zusammenhang zwischen CAD-Struktur und grafischer Darstellung herstellen. Positionsnummern müssen auch in die entsprechende Produkt-Struktur übernommen werden, um im Zuge der Produktion Baugruppen gemäß Zeichnungen zusammenbauen zu können.

Alternativ zur Verwendung von Positionsnummern ist es denkbar, Komponenten in Baugruppenzeichnungen mit den jeweiligen Dokumenten-Nummern zu kennzeichnen. Die Dokumenten-Nummern sind in den CAD-Datensätzen als Identifikations-Nummern und in den Teilestammdatensätzen als Verknüpfung zu den CAD-Daten wiederzufinden. Bei dieser alternativen Herangehensweise müssen Positionsnummern nicht separat gepflegt werden.

Daten, die nicht Inhalt von CAD-Datensätzen sein sollen, sind z.B. Werkstoffdaten oder Daten betreffend der Beschichtung. Sind diese Daten ausschließlich Inhalt von Teilestammdatensätzen, so sind Konstruktions-Dokumente flexibler einsetzbar. Es wird z.B. ermöglicht, für ein grün und ein rot lackiertes Blech, welche geometrisch identisch sind, den gleichen CAD-Datensatz und somit die selbe Fertigungszeichnung zu verwenden. Dies verringert einerseits den Konstruktionsaufwand und ermöglicht andererseits, der Produktion zu erkennen, dass der Blechzuschnitt, in dem konkreten Beispiel für beide Bleche gleich ist. Nur die Beschichtung differiert, welche durch einen separaten Arbeitsschritt realisiert wird. Ein CAD-Datensatz einer Schraube kann auch mehreren Teilestammdatensätzen zugeordnet werden, wenn diese sich nur durch deren Festigkeitsklasse oder Oberflächenbehandlung unterscheiden. Neben dem geringeren Konstruktionsaufwand aufgrund weniger CAD-Daten, wird dadurch vor allem bei nachträglichen Änderungen von z.B. Farbspezifikationen oder Änderungen von Werkstoffen aufgrund erhöhter statischer Anforderungen, Potential zur Aufwandsreduktion erkennbar. Treten solche nachträglichen Änderungen auf, sind ausschließlich Teilestammdatensätze davon betroffen, CAD-Daten bleiben dabei unverändert.

Ebenso essentiell wie die Erstellung von Fertigungszeichnungen, ist das Anfertigen von technischen Berechnungen. Berechnungen sind eng mit Zeichnungen verbunden, da Berechnungsergebnisse in Zeichnungen einfließen. Aus diesem Grund ist es zweckmäßig, Zeichnungen und zugehörige Berechnungen einander oder dem selben Teilestammdatensatz zuzuweisen. Für den Inhalt von Berechnungen gilt wiederum, diesen möglichst flexibel zu definieren, um die Berechnungen weitreichend einsetzen zu können.

Bei der Verknüpfung von Berechnungen mit anderen Daten ist zu berücksichtigen, worauf sich der Inhalt der jeweiligen Berechnung bezieht. Ist die Auslegung eines bestimmten Teils Inhalt der Berechnung, bedeutet dies nicht unbedingt, dass sich die Verknüpfung der Berechnung auf den Stammdatensatz des jeweiligen Teils bezieht. Die Auslegung eines Teils hängt meist mit einem bestimmten Einsatzfall zusammen. Der jeweilige Einsatzfall ist von der Baugruppe, dem Produkt bzw. dem Auftrag abhängig, in dem das Teil eingebaut ist. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass Berechnungen unter Umständen mit übergeordneten Teilestammdatensätzen zu verknüpfen sind, welche den jeweiligen Einsatzfall festlegen, obwohl diese sich auf einen untergeordneten Teil beziehen.

Dokumente deren Inhalt ein beschreibender Text ist, enthalten in den meisten Fällen einen direkten Verweis auf einen oder mehrere konkrete Teile. Solche Verweise sind z.B. Abbildungen oder Typenbezeichnungen die Teil des Inhalts sind. Eine Verknüpfung zum entsprechenden Teilestammdatensatz ist sinnvollerweise gemäß der inhaltlichen Verweise herzustellen. Dokumente mit beschreibendem Inhalt können Datenblätter, Kataloge, Normen aber auch frei verfasste Texte sein.

2.3.1 Dokumenten-Lebenszyklus-Management

Im Sinne einer nachvollziehbaren Arbeitsweise sollten alle Dokumente gleich welcher Art einem definierten Lebenszyklus folgen. Der Lebenszyklus eines Dokumentes beschreibt die einzelnen Status eines Dokumentes von der Erstellung bis zur Archivierung. Mit Hilfe der Status können die Verfügbarkeit von Dokumenten und die Zugriffsrechte auf Dokumente geregelt werden.

Mindestanforderung an das Dokumenten-Lebenszyklus-Management ist dass mit Hilfe dessen eine Unterscheidung zwischen „noch nicht gültigen Dokumenten“, „gültigen Dokumenten“ und „ungültigen Dokumenten“ möglich ist. Unter „noch nicht gültigen Dokumenten“ werden jene Dokumente verstanden, deren Erstellung bzw. Bearbeitung noch nicht abgeschlossen ist. Zu „gültigen Dokumenten“ zählen Dokumente, deren Erstellung bzw. Bearbeitung abgeschlossen ist und diese somit zur allgemeinen Verwendung zur Verfügung stehen. Dokumente die durch andere Dokumente ersetzt wurden oder veraltet sind zählen zu „ungültigen Dokumenten“.

Als Beispiel für ein anwendbares Dokumenten-Lebenszyklus-Management, werden folgende Status und die zugehörige Beschreibungen für den Lebenszyklus aller zu verwaltenden Dokumente grundsätzlich festgelegt. Der Lebenszyklus von Dokumenten verläuft in diesem Beispiel chronologisch gemäß der folgenden Auflistung.

- „In Bearbeitung“:

Diesen Status erhält jedes Dokument, sobald dieses erstellt wird. Der Inhalt der Dokumente die diesem Status zugewiesen sind verändert sich ständig, da dieser bearbeitet wird und somit noch nicht verwendbar ist. Die Bearbeitung von Dokumenten ist ausschließlich in diesem Status möglich. Diesen Dokumenten kann zwar vorab eine Verknüpfung z.B. zu einem Teilestammdatensatz zugewiesen werden, um die Auffindbarkeit des Dokumentes zu erleichtern, allerdings muss sichergestellt sein, dass diese Dokumente nicht zur Weiterverarbeitung verwendet werden. Zum Beispiel darf eine Fertigungszeichnung, welche sich noch in Bearbeitung befindet, keinesfalls in die Produktion gelangen. Sichergestellt kann dies z.B. durch eine eindeutige Kennzeichnung des Dokumentes bzw. der jeweiligen Verknüpfung werden. Sobald die Bearbeitung eines Dokumentes abgeschlossen ist, wird das jeweilige Dokument in den nächsten Status versetzt.

- „In Prüfung“:

Sobald ein Dokument diesem Status zugeordnet ist, ist eine Änderung des Inhaltes nicht mehr zulässig. In diesem Status befindliche Dokumente werden kontrolliert und folglich entweder freigegeben oder zur Überarbeitung zurück in den Status „in Bearbeitung“ versetzt. Die Prüfung ist von der Art des jeweiligen Dokumentes und dessen Verwendung abhängig. Manche Dokumente können sofort durch den Ersteller des Dokumentes freigegeben werden, für andere Dokumente ist eine intensivere Prüfung durch eine zweite Person erforderlich. Prüfanweisungen für unterschiedliche Dokumente sind hierfür zielführend. Ist keine Überarbeitung des Dokumentes erforderlich, so ist das jeweilige Dokument dem folgenden Status zuzuordnen.

- „Gültig“:

Ausschließlich Dokumente, die sich in diesem Status befinden, stehen zur unternehmensinternen Verwendung zur Verfügung und können auch unternehmensübergreifend genutzt werden. Eventuelle Lebenszyklus-Status unabhängige Zugriffseinschränkungen, sind separat zu regeln. Die Bearbeitung von Dokumenten, welche diesem Status zugewiesen sind, ist unter keinen Umständen möglich. Auch das Rücksetzen des Status auf einen vorangegangenen Status ist nicht zulässig. Eine Änderung des Dokumentes kann nur dadurch erfolgen, dass das zutreffende Dokument durch eine Revision oder ein anderes Dokument ersetzt wird. Ist das Ersetzen eines Dokumentes erforderlich oder verliert ein Dokument aus einem anderen Grund seine Gültigkeit, so ist das jeweilige Dokument in den Status „Ungültig“ zu versetzen.

- „Ungültig“:

Die Verwendung von Dokumenten, die diesem Status zugeordnet sind, ist nicht zulässig. Allerdings müssen diese Dokumente, zumindest eingeschränkt verfügbar sein, da diese unter Umständen zu einem früheren Zeitpunkt verwendet wurden. Zu Dokumentationszwecken muss die Verfügbarkeit sichergestellt sein. Für Dokumente die diesem Status zugeordnet sind, ist weder eine Bearbeitung noch eine Änderung des Status möglich. Dokumente bleiben in diesem Status archiviert.

2.3.2 Änderungsmanagement

Änderungen von Informationen bzw. Dokumenten treten erfahrungsgemäß aufgrund notwendiger Fehlerbehebung aber auch bei Weiterentwicklungen und Abstimmung von Anlagen laufend auf. Der Unterschied einer Änderung gegenüber der Erstellung und Bearbeitung eines Dokumentes liegt darin, dass das jeweilige Dokument bereits in irgendeiner Form zur Anwendung gekommen ist. Je nach Situation können Änderungen von Dokumenten massive Auswirkungen nach sich ziehen. Das Änderungsmanagement regelt die Rahmenbedingungen für Änderungen, deren Auswirkung und stellt die Nachvollziehbarkeit sicher.

Ein Dokument muss ersetzt werden, wenn dieses geändert wurde, da der Inhalt nicht mehr auf dem aktuellen Stand und das Dokument somit ungültig ist. Das ungültige Dokument wird entweder durch eine neue Version des jeweiligen Dokumentes oder durch ein anderes Dokument ersetzt. In der Regel werden Dokumente durch neuere Versionen ersetzt, wodurch die Nachvollziehbarkeit von Änderungen erleichtert wird. Übersteigt der Umfang einer Änderung ein gewisses Maß ist es jedoch sinnvoll, ein veraltetes Dokument durch ein neu kreierte zu ersetzen. Im Falle von Dokumenten die Komponenten beschreiben, ist die Entscheidung ob eine Version oder ein neues Dokument erstellt wird, unter Berücksichtigung der Abwärtskompatibilität der beschriebenen Komponente zu treffen. Unter Abwärtskompatibilität von Komponenten wird hier die Möglichkeit des Austauschs von veralteten Komponenten durch neuere Komponenten verstanden, ohne dadurch das übergeordnete Gewerk zu beeinträchtigen. Verändert ein geändertes Dokument eine Komponente in solchem Ausmaß, dass die Abwärtskompatibilität nicht mehr gegeben ist, so ist eine Versionierung des jeweiligen Dokumentes nicht zulässig. In solchen Fällen ist es zwingend erforderlich, die betroffene Komponente und das betreffende Dokument, durch eine neue Komponente bzw. ein neues Dokument zu ersetzen. Bei einem unter Umständen notwendigen Austausch einer Komponente im Zuge einer Wartung wird somit verhindert, dass die Komponente durch eine inkompatible neuere Version ersetzt wird.

Veränderungen von Dokumenten können geringfügige aber auch umfangreiche Auswirkungen nach sich ziehen. Das Ausmaß der Auswirkungen hängt dabei nicht nur vom Umfang der Änderung ab, sondern auch von unterschiedlichen Einflussfaktoren. Einer dieser Einflussfaktoren ist der, zum Zeitpunkt der Änderung, dem Dokument zugewiesener Lebenszyklus-Status. Wie bereits angedeutet tritt eine Änderung erst dann auf, wenn ein Dokument bereits zur Anwendung gekommen ist. Voraussetzung für die Anwendung bzw. Verwendung von Dokumenten ist der oben definierte Lebenszyklus-Status „Gültig“. Somit Beeinflusst der Lebenszyklus-Status die Auswirkung einer Änderung soweit, dass eine Änderung überhaupt erst bei einem bestimmten Status erforderlich ist.

Weitere Faktoren, welche die Auswirkungen von Änderungen beeinflussen, sind Verknüpfungen zu anderen Dokumenten bzw. Teilestammsätzen, bereits erfolgte Weitergabe von Dokumenten und der auftragsbezogene Status von Teilestammsätzen, die mit geänderten Dokumenten verknüpft sind. Verknüpfungen sind prinzipiell nicht auf eine bestimmte Version bezogen, sondern auf ein Dokument, wobei jeweils die aktuell gültige Version eines Dokumentes zur Anwendung kommt. Ausnahme sind dabei Verknüpfungen von bereits produzierten Komponenten und Anlagen zu Dokumenten. In diesen Ausnahmefällen ist der aktuelle Stand zum Zeitpunkt der Produktion festzuhalten und zu dokumentieren. Eine nachträgliche Änderung von bereits produzierten Komponenten aufgrund einer Dokumentenänderung ist ebenso zu dokumentieren. Auf die Auswirkungen von Informationsänderungen im Zuge der Auftragsabwicklung wird in einem später folgenden Abschnitt genauer eingegangen.

Für die auftragsneutrale Verwaltung von Informationen und deren Änderungen sind in jedem Fall veraltete Informationen in den Lebenszyklus-Status „Ungültig“ zu versetzen und zu archivieren. Veraltete Informationen sind ferner durch aktuelle Informationen zu ersetzen und mit dem Lebenszyklus-Status „Gültig“ zu versehen. Sind Verknüpfungen zu veralteten Informationen vorhanden, erweitern sich die Auswirkungen von Informationsänderungen. Entlang der Verknüpfungen sind die Auswirkungen der Änderungen auf die verknüpften Informationen bzw. Teilstammdaten zu prüfen. Gegebenenfalls haben Änderungen einzelner Datensätze weitere Änderungen zur Folge. Dies ist anhand zugewiesener Verknüpfungen ermittelbar. Die Kompatibilität von Änderungen mit anderen Daten und Komponenten ist ebenfalls mit Hilfe von Verknüpfungen überprüfbar. Auch die Abwärtskompatibilität und die damit verbundenen Auswirkungen, sind dabei zu prüfen.

Zur Sicherstellung der Nachvollziehbarkeit im Sinne des Qualitätsmanagements, sind alle Informationen mit den Status „Gültig“ und „Ungültig“ zu archivieren und gegebenenfalls zur Verfügung zu stellen. Jede Information mit einem der beiden Status kann in irgendeiner Form zur Anwendung gekommen sein und hat somit möglicherweise Einfluss auf produzierte Anlagen. Diese Informationen können bei Wartungen oder Reparaturen, aber unter Umständen auch bei Unglücksfällen relevant sein und sind somit aufzubewahren.

Um den Verlauf von Änderungen sinnvoll zu dokumentieren ist es hilfreich, nicht nur geänderte Dokumente zu archivieren, sondern auch die Änderungen selbst mit Hilfe von Änderungsnotizen zu protokollieren. Änderungsnotizen sollten den Grund für die Änderung, den Umfang der Modifikation und deren Auswirkungen enthalten. Darüber hinaus ist es förderlich, relevante Hintergrundinformationen und Hintergedanken in Änderungsnotizen einfließen zu lassen.

2.3.3 Informationsfluss

Der Informationsfluss ist die Gesamtheit der Informationen, die die Unternehmung auf Informationswegen und -kanälen durchlaufen. Informationsfluss erstreckt sich, von Informationsquellen ausgehend, über verschiedene Sender und Empfänger auf die gesamte Unternehmung.³⁴

Informationen werden sowohl von unternehmensinternen Informationsquellen, als auch von Quellen außerhalb eines Unternehmens kreiert. Eine essentielle Informationsquelle innerhalb eines Unternehmens ist die Konstruktion. Die Ergebnisse von Konstruktionsprozessen sind hauptsächlich technische Informationen in Form von Dokumenten. Informationen die als Grundlage für z.B. eine Anlage dienen, sind in den meisten Fällen Inputs eines Kunden und entstammen somit Informationsquellen außerhalb eines Unternehmens. Auch Informationen die Zukaufteile beschreiben oder Normen sind Informationen, welche nicht von dem jeweiligen Unternehmen selbst generiert werden.

34 Vgl. (Autor nicht angegeben) (2013). Stichwort: Informationsfluss [online] [23]

Unabhängig davon aus welchen Quellen Informationen stammen, sind diese im Unternehmen so zu verwalten, dass sie an den benötigten Stellen zur Verfügung stehen. Der erste Schritt des unternehmensinternen Informationsflusses ist das Einpflegen von Informationen in das betriebsinterne Informationsmanagement. Zur Integration von Informationen in Form von Dokumenten in das beschriebene Informationsmanagement sind folgende Punkte notwendig.

- Erfassen des Dokumentes durch Zuordnung einer eindeutigen Identifikations-Nummer
- Ablage der Information in der zentralen Ablage
- Kategorisierung des Dokumentes
- Durchlauf des Dokumenten-Lebenszyklus-Managements
- Zuordnung der Information zu entsprechenden Teilestammdaten bzw. Aufträgen

Der Informationsfluss kann, mit Hilfe der mit der Integration verbundenen Zuordnungen durch unterschiedliche Faktoren gesteuert werden. Zum Beispiel wird durch die Zuordnung zu Teilestammdaten die Bereitstellung von entsprechenden Informationen an jenen Stellen ermöglicht, an denen die Teilestammdaten bearbeitet werden. Diese Bereitstellung kann im Zuge der Produktions- und Beschaffungslogistik auch betriebsübergreifend stattfinden. Das Dokumenten-Lebenszyklus-Management und Änderungsmanagement spielen dabei eine erhebliche Rolle. Abhängig vom Status des Lebenszyklus wird die Verfügbarkeit der Informationen geregelt und durch das Änderungsmanagement die Aktualität von Informationen sichergestellt.

Unter Bereitstellung von Informationen bzw. Dokumenten wird hier lediglich der Lesezugriff von Dokumenten verstanden, da die Erstellung bzw. Bearbeitung von bereitgestellten Informationen bereits abgeschlossen sein muss. Geregelt wird dies durch das Lebenszyklus-Management. Die Bereitstellung an sich, sollte in Form eines Verweises auf das betreffende Dokument in der zentralen Ablage erfolgen, unabhängig ob das Dokument betriebsintern oder außerhalb des Unternehmens bereitgestellt wird. Essentiell dabei ist, dass jedes Dokument nur einmal existiert, jegliche Kopie innerhalb des Dokumentenmanagement ist als separates Dokument mit eigenem Lebenszyklus-Status und Änderungs-Status zu betrachten. Eine Kopie außerhalb des Dokumentenmanagements entzieht sich dessen Kontrolle und kann somit nicht mehr verwaltet werden. Eine Kopie eines Dokumentes außerhalb des Dokumentenmanagements, ist der Dateianhang einer E-Mail ebenso wie eine Kopie auf einer Lokalen Festplatte oder einem Externen Datenträger.

Prinzipiell sind Informationen durch die Verlinkung von zu Teilestammdaten bereitzustellen. Sollte ein manueller Verweis mittels E-Mail erforderlich sein, so kann dies ebenfalls durch das versenden eines Links erfolgen. Das Bereitstellen von Informationen außerhalb eines Unternehmens, kann dabei über eine Online-Plattform realisiert werden. Ist der Zugang zu einer Online-Plattform mit einer Nutzer-Identifikation verbunden, so können Vorgänge, wie das downloaden von Dokumenten, nutzerbezogen protokolliert und somit nachvollzogen werden.

Die Bereitstellung von Dokumenten soll so erfolgen, dass diese in einfacher Form einsehbar aber nicht bearbeitbar sind. Dies kann z.B. mittels PDF realisiert werden. Sinnvollerweise ist die Erstellung des PDF eines bestimmten Dokumentes mit dem Lebenszyklus-Management verbunden. Wird ein Dokument mit dem Lebenszyklus-Status „Gültig“ versehen, so ist ein PDF des betreffenden Dokumentes mit der selben Dokumenten-Identifikationsnummer zu erstellen. Durch Verknüpfung des original Dokumentes ist auch das PDF an den erforderlichen Stellen verfügbar. Das Originaldokument ist ausschließlich für die Bearbeitung im Zuge einer Änderung oder für die Erstellung einer Kopie Verfügbar zu halten.

Die beschriebenen Vorgehensweisen sind in Ausnahmefällen nicht anwendbar, wie z.B. Bereitstellung von Vorabversionen von Dokumenten die sich noch in der Erstellung befinden und noch nicht den erforderlichen Dokumenten-Lebenszyklus durchlaufen haben. Auch die Bereitstellung von Dokumenten in mehreren Dateiformaten abweichend vom PDF ist hier nicht erläutert. Für diese oder ähnliche Anforderungen an das Informationsmanagement, können dementsprechende Abläufe, angelehnt an die beschriebenen Vorgehensweisen, erarbeitet werden. Ein manuelles Eingreifen in die Standardabläufe zur Abdeckung von Sonderanforderungen ist ebenfalls jederzeit möglich. Allerdings ist dabei zu beachten dass unter Umständen gewisse standardisierte Möglichkeiten und Funktionen dadurch nicht mehr gegeben sind. Es ist z.B. möglich Dokumente per E-Mail zu versenden und außerhalb des standardisierten Informationsmanagements zu bearbeiten. Diese Dokumenten unterliegen dadurch allerdings weder dem Lebenszyklus- noch dem Änderungs-Management. Die Verknüpfung zu anderen Datensätzen ist durch die Loslösung vom Informationsmanagement ebenfalls nicht mehr möglich.

2.4 Zusammenfassung Auftrags- neutrale Prozesse

Zentrales Werkzeug der gesamten Arbeitsweise, sind die Teilestammdaten und deren zugehörige Strukturen. Teilestammdaten sind die virtuellen Äquivalenzen zu den erzeugenden Anlagen und deren Komponenten. Alle weiteren Daten in Form von Dokumenten, sind den Teilestammdaten untergeordnet. Es ist somit sinnvoll bei der Bearbeitung bzw. Erstellung von Daten jeglicher Art, immer von Teilestammdaten auszugehen und diese als Grundlage zu nutzen. Aus Sicht von Mitarbeitern ist es von Vorteil gedanklich sowie bei der Kommunikation zwischen Mitarbeitern ebenfalls von Teilestammdaten auszugehen und nicht von Dokumenten wie z.B. Zeichnungen. Dokumente alleine sind oft nicht aussagekräftig genug, da nicht alle Daten enthalten sind. Teilestammdaten sind die zentralen Knoten an denen alle Informationen zusammenlaufen und somit am aussagekräftigsten.

Ein weiterer wichtiger Kernpunkt ist die Neutralität von Dokumenteninhalten und die Verwendung von Verknüpfungen als Zuordnung. Diese Punkte erlauben zu den bereits genannten Möglichkeiten auch eine gleichzeitige Bearbeitung von Datensätzen durch mehrere Personen, bzw. Fachbereiche. Zum Beispiel können die Fachbereiche „Maschinenbau“ und „Elektrotechnik“ gleichzeitig den selben Teilestammdatensatz bearbeiten. Dies kann entweder durch die direkte Bearbeitung der Teilestammdatensätze passieren oder durch die Bearbeitung von Dokumenten, welche der Beschreibung von Teilestammdatensätzen dienen. Diese Möglichkeiten eröffnen die Potentiale des Simultaneous Engineering.

Simultaneous Engineering ist eine Organisationsstrategie, die eine offene und konsequente Zusammenarbeit aller Beteiligten bei der Produktentwicklung und der Planung des Produktionsprozesses unterstützt. Sie ist eine Methode der komplexen sowie zeitlich parallelen Produkt- und Prozessgestaltung.³⁵

Das Arbeiten entlang auftrags- neutraler Prozesse ist die Grundlage für eine Standardisierung von Arbeitsabläufen, da Arbeitsergebnisse nach einem definierten Ablauf erzeugt werden können. Ist dieser Ablauf standardisiert, so läuft dieser immer gleich ab. Arbeitsabläufe müssen nicht für jeden Auftrag neu gestaltet werden. Bei häufiger Nutzung gleichbleibender Abläufe, werden diese effizienter und Verbesserungspotential ist schnell ersichtlich.

Die Definition eines kompletten Datensatzes erfolgt immer nach den gleichen Grundzügen. Den zentralen Kontenpunkt eines kompletten Datensatzes bilden die Teilestammdatensätze, davon ausgehend beinhaltet ein vollständiger Datensatz je nach Komponente noch Verknüpfungen zu anderen Teilestammdatensätzen und unterschiedlichen Dokumenten. Die Grundzüge der Definition lauten dabei wie folgt.

- Ermittlung von Teilestammdatensätzen die den Anforderungen möglichst entsprechen
- Kopieren des Teilestammdatensatzes und Anpassung entsprechend der Anforderungen
- Erstellung, Integration und Verknüpfung von Dokumenten

Durch das Aufsuchen und Kopieren von Teilestammdatensätzen die den Anforderungen möglichst entsprechen, ist ein Großteil der Daten bereits definiert und die Anpassung an die gegebenen Anforderungen ist mit geringem Aufwand leicht möglich. Zum Beispiel wird die festgelegte Kategorisierung beim Kopieren von Daten mit übernommen. Ähnliche Daten erhalten somit automatisch die selbe Kategorisierung, wodurch die Kategorisierung ohne weiteren Aufwand gepflegt wird. Das Aufsuchen selbst erfolgt sinnvollerweise auch mittels der festgelegten Kategorisierung.

35 Vgl. Wannowetsch, H., Comperl, P., Illgner, E., Meier, A., Nicolai, S., Schmid, K.: Integrierte Materialwirtschaft und Logistik, 18.9 Simultaneous Engineering [15]

3 Leitfaden für die Auftragsabwicklung entlang einer Auftragsstruktur

Im Gegensatz zu Auftrags- neutralen Prozessen befassen sich Prozesse welche die Auftragsabwicklung betreffen, direkt mit der Realisierung von Aufträgen. Zu diesen Prozessen werden hier jene Abläufe gezählt, die Bedarfe decken welche aus Aufträgen resultieren, also Prozesse die zur Beschaffung und Produktion von realen Komponenten, Produkten und Anlagen dienen, die auf den beschriebenen Teilestammdaten basieren.

Der Übergang von auftragsneutralen zu auftragsbezogenen Daten und Prozessen findet dann statt, wenn Teilestammdaten in einem Auftrag verwendet werden und somit ein Bedarf für die durch die Teilestammdaten definierten Komponenten ausgelöst wird. Bei dieser Verwendung werden Teilestammdaten mit auftragsbezogenen Daten wie „benötigte Menge“, „Bedarfs-Termin“ und „Ort“ ergänzt. In weiterer Folge werden dadurch die zur Auftragsabwicklung erforderlichen Prozesse angestoßen. Dazu gehören unter anderem sämtliche Abläufe der Beschaffungslogistik.

3.1 Beschreibung des Auftragsstruktureaufbaus

Ein Auftrag kann ähnlich einem Produkt als Struktur dargestellt werden. Der strukturelle Aufbau eines Auftrags beschreibt grundsätzlich den Zusammenhang aller Teile eines Auftrags, ausgehend von der Gesamtanlage über Teilanlagen und Produkte bis hin zu Einzelteilen. Ausgehend von dieser Struktur, können unterschiedlichste Daten abgeleitet werden. Die Auftragsstruktur selbst entspricht im Prinzip einer Strukturstückliste³⁶, die sich aus Baukastenstücklisten über mehrere Ebenen zusammensetzt. Somit können Stücklisten für die Produktion und Mengenübersichtsstücklisten³⁷ abgeleitet werden. Gleichermäßen ist es möglich, Lieferreihenfolgen und Terminpläne, sowie erforderliche Transporte für Materialflüsse zwischen unterschiedlichen Orten abzuleiten. Dies sind Themen der Beschaffungs- und Produktionslogistik.

³⁶ „Strukturstückliste“ siehe Kapitel 7 Begriffserläuterungen

³⁷ „Mengenübersichtsstückliste“ siehe Kapitel 7 Begriffserläuterungen

Aufgebaut wird eine Auftragsstruktur individuell für jeden Auftrag, wobei die Möglichkeit besteht wiederkehrende ähnliche Anlagen oder Teilanlagen als Vorlage zu definieren und gegebenenfalls als Kopie einzusetzen. Eine weitere Option ist, Strukturen aus bereits abgeschlossenen Aufträgen zu übernehmen und anzupassen. Im Sinne einer Standardisierung ist es erstrebenswert, in Auftragsstrukturen bereits definierte Teilanlagen sowie Produkte und Komponenten zu verwenden. Ausgehend von auftragsneutralen Daten können aus Teilestammdaten Auftragsstrukturen generiert werden. Sämtliche Daten, die dem jeweiligen Teilestammdatensatz zugeordnet sind, werden dabei übernommen, ebenso die zugehörigen Verknüpfungen. Der Bezug, zwischen generierter Auftragsstruktur und jeweiligen Stammdaten wird hergestellt und bleibt zwecks Nachvollziehbarkeit bestehen. Dieser Bezug ermöglicht einen Verwendungsnachweis³⁸ ausgehend von Stammdatensätzen, wodurch die Verwendung von Teilen in unterschiedlichen Aufträgen ermittelt werden kann.

Aus Teilestammdaten generierte Auftragsstrukturen entsprechen dem Stand der Teilestammdaten zum Zeitpunkt der Übernahme. Ab diesem Zeitpunkt besteht zwar noch ein Bezug, welcher der Nachvollziehbarkeit dient, die Datensätze selbst allerdings sind unabhängig von einander. Idealerweise ist die Stammdatenverwaltung so geregelt, dass Daten, welche in einen Auftrag übernommen wurden nicht mehr editierbar sind, sondern nur durch eine neuere Version oder andere Daten ersetzt werden können. Eine Änderung, der in die Auftragsstruktur übernommenen Daten ist ähnlich zu regeln. Bei einer Änderung die nur den aktuellen Auftrag betrifft, sind geänderte Daten und deren Abweichung zu den übernommenen Stammdaten klar zu kennzeichnen. Diese Daten sind auftragsspezifische Anpassungen und ausschließlich für den jeweiligen Auftrag gültig. Diese Vorgehensweise ist nur in Ausnahmefällen z.B. bei kurzfristigem Handlungsbedarf zulässig. Im Regelfall sind Anpassungen von Daten mit Hilfe des Änderungsmanagement und des Dokumenten-Lebenszyklus-Management als auftragsneutrale Prozesse durchzuführen und anschließend in den aktuellen Auftrag zu übernehmen.

Die Richtlinien für den Aufbau einer Auftragsstruktur gleichen jenen für den Aufbau einer Produktstruktur. Details dazu sind im Kapitel 2.2 Beschreibung des Produkt-Strukturaufbaus zu finden.

38 „Verwendungsnachweis“ siehe Kapitel 7 Begriffserläuterungen

Das Grobgerüst einer für die Bühnentechnik typischen Auftragsstruktur sieht wie folgt aus:

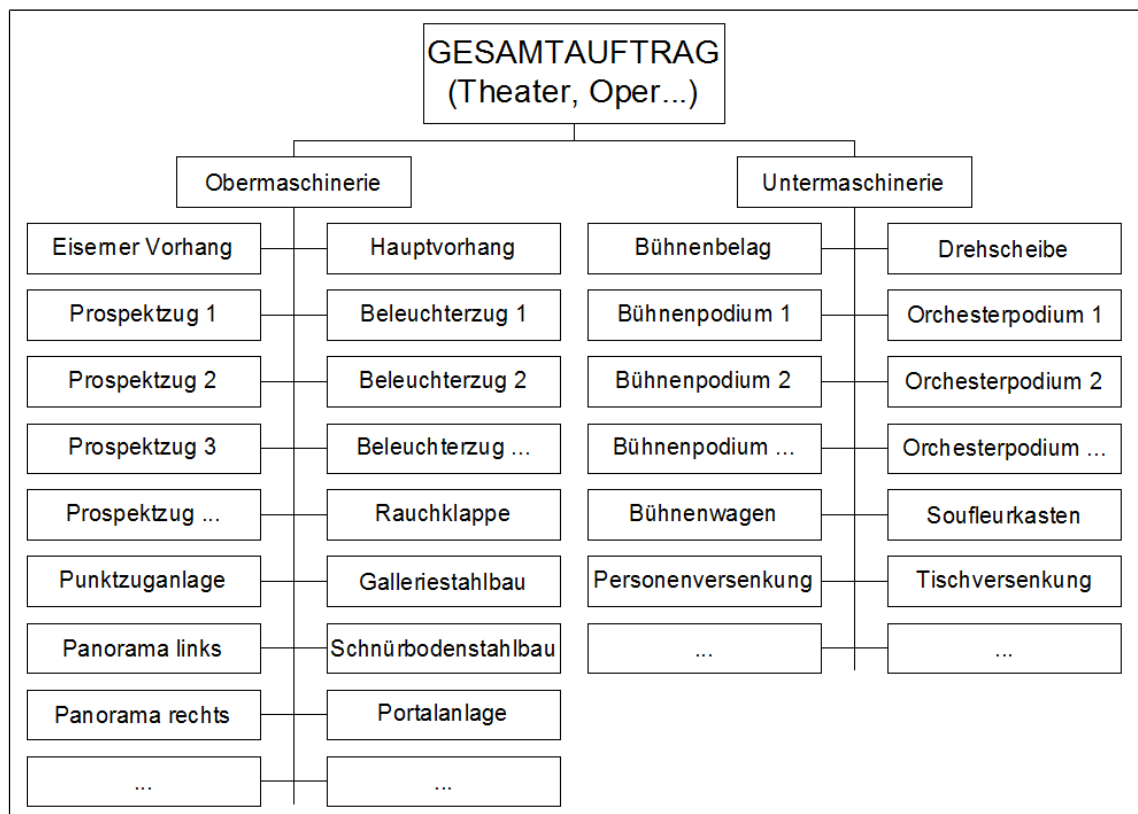


Abbildung 3.1: Grobgerüst Auftragsstruktur³⁹

Die Unterteilung eines Auftrags in „Obermaschinerie“ und „Untermaschinerie“ ist in der Bühnentechnik üblich, dabei wird eine Unterteilung nach Örtlichkeiten vorgenommen. Zur Obermaschinerie zählen jene Einzelanlagen, die sich oberhalb des Bühnenniveaus befinden. Sämtliche Einzelanlagen, die sich auf bzw. unter dem Bühnenniveau befinden sind Teil der Untermaschinerie.

Die dargestellten Einzelanlagen, welche eine weitere Unterteilung bilden, repräsentieren jeweils eine Funktion. Sind mehrere gleiche Einzelanlagen Teil einer Auftragsstruktur, besteht die Möglichkeit, gleiche Anlagen als einzelne Strukturposition mit entsprechender Anzahl darzustellen. Möglich ist dies allerdings nur, wenn diese Anlagen absolut identisch sind, was bedeutet, dass die untergeordnete Struktur und alle darin enthaltenen Komponenten identisch sein müssen.

Eine präzisere Variante der Darstellung mehrerer gleicher Einzelanlagen ist jene, die in der Abbildung 3.1 angedeutet wird. Einzelanlagen mit gleichwertiger Funktion werden durchnummeriert, unabhängig davon, ob diese absolut identisch oder geringfügig unterschiedlich sind. Dies erlaubt eine einfachere Anpassung einer Anlage aus der Serie, die z.B. im Zuge der Auftragsabwicklung erforderlich ist. Bei der zuerst erläuterten Variante der Darstellung gleicher Einzelanlagen müsste eine solche Anpassung entweder bereits beim Grobentwurf der Auftragsstruktur berücksichtigt werden oder hätte nachträglich eine aufwendige Umstrukturierung zur Folge.

39 Quelle: Eigene Darstellung

Aus Sicht der Automatisierungstechnik ist es erforderlich, gleiche Anlagen als separate Bereiche zu erfassen, um diese entsprechend steuern zu können. Davon ausgehend, dass sämtliche Fachbereiche eines Unternehmens mit der gleichen Auftragsstruktur als zentraler Kontenpunkt arbeiten, ist es notwendig, auch identische Anlagen separat zu betrachten.

Komponenten bzw. untergeordnete Strukturen von ähnlichen Anlagen sind in der Regel oft identisch und werden zu unterschiedlichen Zwecken zusammengefasst. Mehrfach vorkommende Komponenten sind als Stammdaten erfasst und somit einer eindeutigen Identifikations-Nummer zugeordnet. Durch diese Identifikations-Nummer ist es einfach identische Komponenten aus einer Auftragsstruktur auszulesen, unabhängig davon, ob die übergeordneten Strukturen identisch sind. Somit ist eine Gleichteilerkennung auch bei Separation gleicher Anlagen möglich.

In der oben dargestellten Abbildung 3.1 ist eine Unterteilung eines Auftrags in Einzelanlagen abgebildet. Jede Einzelanlage selbst besteht wiederum aus einer Struktur, wie anhand eines Prospektzugs⁴⁰ folgend in Abbildung 3.2 dargestellt wird.

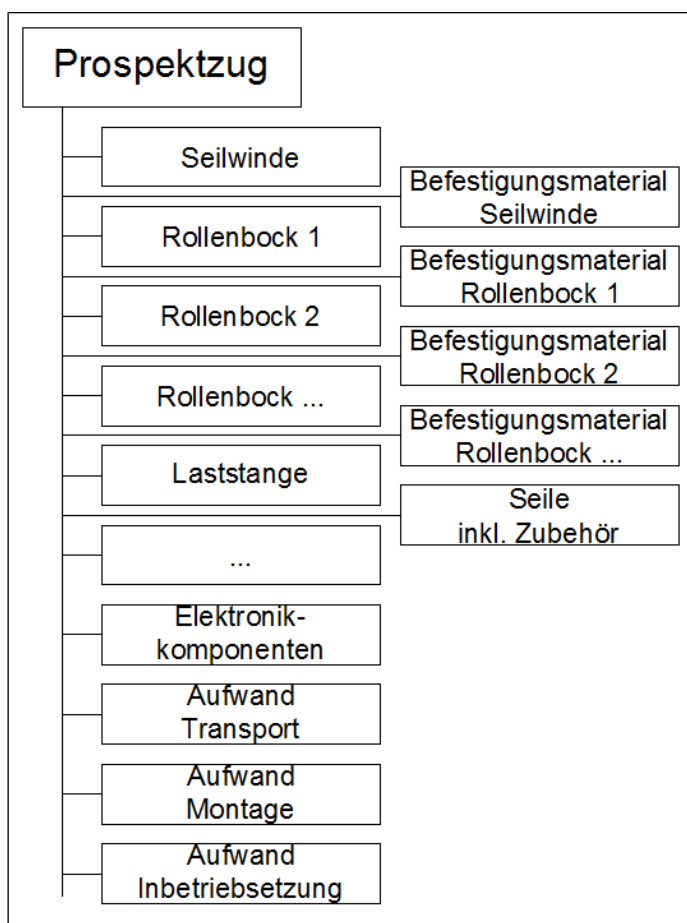


Abbildung 3.2: Grobgerüst Einzelanlage Prospektzug⁴¹

Bei dieser Darstellung bilden die Komponenten Seilwinde, Laststange und die Rollenböcke jeweils eine physische Baugruppe, die im Vorfeld zusammengebaut und zur Verfügung gestellt werden müssen, um den daraus bestehenden Prospektzug produzieren zu können.

⁴⁰ „Prospektzug“ siehe Kapitel 7 Begriffserläuterungen

⁴¹ Quelle: Eigene Darstellung

Im Gegensatz zu den genannten physischen Baugruppen sind die abgebildeten Befestigungsmaterialien fiktive Baugruppen, die Komponenten zusammenfassen, um die Struktur übersichtlicher zu gestalten. Inhalt z.B. der fiktiven Baugruppe „Befestigungsmaterial Seilwinde“ sind Schrauben, Scheiben und Muttern, die zur Befestigung der Seilwinde am Montageort erforderlich sind. Diese Komponenten werden real nicht zusammengebaut. Wären sämtliche Befestigungsmaterialien einzeln direkt dem Prospektzug untergeordnet, wäre die Struktur dieser Einzelanlage wesentlich umfangreicher. Außerdem ist bei dieser Art der Darstellung nicht auf den ersten Blick zu erkennen welche Befestigungsmittel welchen Komponenten zugeordnet sind. Neben der übersichtlicheren Darstellung bietet die Gruppierung in fiktiven Baugruppen auch die Möglichkeit Kleinmaterial in Gebinden zusammenzufassen und dadurch gemeinsam dem Verwendungszweck zuzuordnen. Dies führt auch zu einer Verringerung des Montageaufwands, da Kleinteile bereits vorsortiert verfügbar sind.

In der Struktur der Einzelanlagen sind auch die Aufwände der Montage und der Inbetriebsetzung enthalten, welche für die Fertigstellung der Anlage notwendig sind. Tätigkeiten die sich auf mehrere Einzelanlagen beziehen, wie z.B. die Inbetriebsetzung der Gesamtsteuerung, sind den Einzelanlagen übergeordnet zu berücksichtigen.

Die in dem Beispiel angeführten Elektronikkomponenten stellen wiederum eine fiktive Baugruppe dar, die sämtliche elektronischen Komponenten des angeführten Prospektzugs beinhaltet. Hierbei muss allerdings differenziert werden welche Komponenten ausnahmslos der jeweiligen Anlage zugeordnet werden können und welche der übergeordneten Elektronik und generellen Stromversorgung. Zum Beispiel ist ein Steuerschrank, der nur die Funktionen einer einzelnen Anlage regelt eindeutig der zugehörigen Anlage zuordenbar, ein zentraler Netzwerkverteiler ist im Gegensatz dazu mehreren Einzelanlagen zuordenbar und somit in der Struktur auf der gleichen Ebene wie die zugehörigen Einzelanlagen einzuordnen.

Ebenfalls in der Struktur abgebildet ist der Aufwand für Transporte. Dieser Aufwand beinhaltet jene Transporte, die notwendig sind, um Komponenten die am Montageort des jeweiligen Auftrags zur Verfügung gestellt werden müssen, zu diesen Ort zu transportieren. Die Transporte können entweder pauschal für eine Einzelanlage bzw. den gesamten Auftrag dargestellt werden oder für einzelne zu liefernde Komponenten. Der Aufwand ist jedoch in jedem Fall auftragsbezogen zu verwalten der Transportweg und somit der dafür notwendige Aufwand vom Montageort des Auftrags abhängig ist.

In der Regel sind die einer Einzelanlage untergeordneten Komponenten jene Komponenten die in identischer Form mehrfach vorkommen. Komponenten die immer wieder identisch eingesetzt werden sollten unter ausnahmslos als Produkte in den Stammdaten verwaltet werden, nicht nur als Auftragsstruktur in einzelnen Aufträgen. Einzelanlagen und gesamte Projekte können ebenso als Stammdaten verwaltet werden, wobei der Aufwand und Nutzen individuell abgewogen werden sollte. Auf Basis des Vergleichs zwischen Aufwand und Nutzen ist für jede Struktur zu entscheiden wie diese gepflegt werden soll.

Neben den Komponenten an sich und den damit verknüpften Informationen aus den Stammdaten, werden die Datensätze in den Auftragsstrukturpositionen mit Auftrags bezogenen Informationen ergänzt. Unter anderem werden die Datensätze mit Termin- Orts- und Mengeninformationen ergänzt. Diese Informationen bilden die Grundlage für die Beschaffungs- und Produktionslogistik und machen letztlich den Unterschied zwischen Stammdaten und auftragsbezogenen Daten aus.

Der strukturelle Aufbau eines Auftrages soll im allgemeinen durch die Unterteilung in Bereiche sowie in einzelne Funktionen einen Auftrag übersichtlich gestalten. Des Weiteren soll dieser Aufbau den Zusammenhang von Komponenten abbilden, der von Strukturstufe zu Strukturstufe, nach oben hin immer größere Gebilde und letztlich einen gesamten Auftrag beschreibt.

Eine Auftragsstruktur ist während der Bearbeitung des jeweiligen Auftrags ständig in Bearbeitung, da die Struktur durch die Ausarbeitung von Teilbereichen laufend erweitert und detailliert wird. Die Struktur wächst somit solange, bis sämtliche Teilbereiche eines Auftrags ausgearbeitet sind. Zusätzlich zur wachsenden Struktur, werden bestehende Datensätze eines Auftrags durch die Beschaffungs- und Produktionslogistik bearbeitet. Die Struktur eines Auftrags ist erst fertiggestellt wenn alle Komponenten und erforderlichen Aufwände abgearbeitet sind und somit der Auftrag abgeschlossen ist.

Die Strukturierung eines Auftrags in der beschriebenen Form ist im Sinne einer strukturierten Auftragsabwicklung. Diese Struktur ist Unternehmensintern und für Kreditoren des jeweiligen Unternehmens das zentrale Werkzeug. Unter der Berücksichtigung anderer Schwerpunkte wie Leistungsverzeichnispositionen oder Strukturierung von Komponenten aufgrund bestimmter Merkmale ist in vielen Fällen eine alternative Struktur erforderlich, um einen Auftrag in anderer Form darzustellen oder für buchhalterische Zwecke. Alternative Strukturen können, mit Hilfe von auftragsbezogenen Kennzeichnungen einzelner Datensätze innerhalb der Ausgangsstruktur, davon abgeleitet werden. Auch die beschriebene Kategorisierung von Stammdaten, welche durch den Import von Stammdaten in Auftragsstrukturen mitübernommen wird, kann für die Ableitung alternativer Strukturen herangezogen werden. Detaillierte Vorgehensweisen diesbezüglich, sind nicht Inhalt dieser Arbeit.

3.2 Informationsgehalt von Auftragsdaten

Im Gegensatz zu Grund- oder Stammdaten, enthalten Bewegungsdaten Informationen die sich ständig verändern. Diese Informationen beziehen sich meist auf einen oder mehrere laufende Aufträge und beschreiben bzw. regeln deren Abwicklung. Sie dienen dazu Veränderungen von Zuständen zu beschreiben und Stammdaten zu aktualisieren.⁴²

auftragsbezogene Daten ergänzen Teilestammdaten mit jenen Informationen, die für die Beschaffungs- und Produktionslogistik der jeweiligen Teile und somit für die Realisierung von Aufträgen erforderlich sind. Teilestammdaten beinhalten technische Informationen, die das Teil selbst und dessen Produktion beschreibt. Im folgenden sind einige für die Beschaffungs- und Produktionslogistik relevante Informationen beschrieben.

3.2.1 Mengeninformation

Die Stammdaten einer Komponente beschreiben jeweils die Einmenge der entsprechenden Komponente. Aufträge beinhalten eine gewisse Anzahl an Anlagen, Produkten bzw. Komponenten, die von den Erfordernissen der jeweiligen Gesamtanlage abhängt. Die Mengeninformationen bestimmen unter anderem die Anzahl der Teile die in einem Auftrag benötigt werden. Des Weiteren geben diese Informationen während der Auftragsabwicklung Auskunft darüber, wie viele der benötigten Komponenten sich in welchem Abwicklungsstatus befinden.

3.2.2 Ortsinformationen

Für Komponenten relevante Ortsinformationen, sind der Ort der Produktion bzw. Beschaffung und der Ort an dem die Komponente benötigt wird. Aus Sicht des hier zugrunde gelegten Referenzunternehmens, ist der der Produktions- bzw. Beschaffungsort jener Ort, an dem der entsprechende Teil zugekauft wird. Für einen gemäß Konstruktionsvorgabe zu produzierenden Teil, ist dies die Produktionsstätte des beauftragten Fertigungsunternehmens. Analog dazu ist der Beschaffungsort eines Teils laut Herstellerangaben, der Auslieferungsort des geordneten Teils. Als Produktionsort von Baugruppen die am Montageort zusammengebaut werden, ist der Montageort zu definieren. Die einer Komponente jeweils übergeordnete Baugruppe bestimmt den Bedarfsort der Komponente, der dem Produktionsort der Baugruppe entspricht.

42 Vgl. Lackes R., Siepermann M.(2013). Stichwort: Bewegungsdaten [online] [3]

3.2.3 Termininformationen

Die erfolgreiche Realisierung von Aufträgen hängt unter anderem stark von Zeitlichen Faktoren ab, was eine durchgängige Terminkoordination erfordert. Unter Terminkoordination fällt z.B. die Definition, zu welchem Zeitpunkt Komponenten zur Verfügung stehen müssen. Diese Information ist jeder Komponente eines Auftrags zuzuordnen. Mit Hilfe der in den Teilestammdaten einer Komponente gepflegten Wiederbeschaffungszeit, errechnet sich der erforderliche Beschaffungszeitpunkt, um den erforderlichen Zeitpunkt der Verfügbarkeit einhalten zu können. Ähnlich dem Zusammenhang von Ortsinformationen zwischen Baugruppen und deren Komponenten, sind auch die Termininformationen voneinander abhängig. Der Beschaffungszeitpunkt einer Baugruppe, entspricht dem Zeitpunkt an dem deren Komponenten Verfügbar sein müssen. Somit sind durch Festlegung des Zeitpunktes, an dem die Gesamtanlage zur Verfügung stehen soll, sämtliche Termininformationen aller untergeordneten Teile, entlang der Auftragsstruktur ableitbar.

3.2.4 Lagerbestandsdaten

Kombiniert man Informationen bezüglich Menge und Ort zu einem Zeitpunkt für einen Teil, so können die Lagerbestände des betreffenden Teils ermittelt werden. Die ermittelten Lagerbestände geben Auskunft darüber welche Anzahl an Teilen, sich an welchem Ort, im Besitz des Unternehmens befinden. Im Zuge des Lagermanagements besteht die Möglichkeit Güter bereitzustellen, obwohl diese erst zu einem späteren Zeitpunkt benötigt werden, um eine kurzfristige Verfügbarkeit zu gewährleisten.⁴³ Die prinzipielle Lagermanagement Strategie des genannten Referenzunternehmens lautet, Teile ausschließlich nach Bedarf zu produzieren, wodurch sich der Mindestbestand aller Teile auf Null reduziert. Es werden somit keine Güter bereitgestellt die erst zu einem späteren Zeitpunkt benötigt werden. Jeder Ort, an dem im Zuge einer Auftragsabwicklung Komponenten produziert, beschafft oder benötigt werden, ist als Lagerort zu betrachten. Zusätzlich kann es erforderlich sein Zwischenlagerorte zu nutzen, wenn z.B. Transporte an einem Ort gesammelt und als Sammeltransport weitergeführt werden.

43 Vgl. Wannenwetsch, H., Comperl, P., Illgner, E., Meier, A., Nicolai, S., Schmid, K.:
Integrierte Materialwirtschaft und Logistik, 9 Lagermanagement [15]

3.2.5 Logistische Informationen

Für Transporte zwischen Lagerorten bzw. Zwischenlagerorten können, zu den bereits genannten Informationen, zusätzliche Daten erforderlich sein. Eine sehr wichtige Rolle spielen dabei die Incoterms. Die Incoterms sind internationale Regeln zur Auslegung handelsüblicher Vertragsformeln in Außenhandelsverträgen. Jeder Vertragsformel sind jeweils zehn Verpflichtungen des Verkäufers und des Käufers zugeordnet, in denen unter anderem die Beschaffung der (Ein- und Ausfuhr-)Dokumente, der Abschluss von Beförderungs- und/ oder Versicherungsverträgen sowie Form und Ort der Lieferung durch den Verkäufer festgelegt sind. Vor allem aber regeln die Incoterms die Frage des Gefahrenübergangs vom Verkäufer auf den Käufer sowie die Kostenteilung bez. Fracht, Versicherungsprämie, Einfuhr- und Ausfuhrzölle etc.⁴⁴ Weitere für die Logistik relevante Informationen können ebenso zugeordnet werden.

3.2.6 Auftragsbezogene Dokumente

Dokumente deren Inhalt sich eindeutig auf einen Auftrag beziehen, sind im Sinne eines einheitlichen Informationsmanagements, genauso abzulegen und zu verwalten wie auftragsneutrale Dokumente. Der entsprechende Umgang mit Dokumenten ist in dem Kapitel 2.3 Informationsmanagement erläutert.

Auftragsbezogene Dokumente sind nicht mit Teilestammdaten verknüpft, sondern mit Aufträgen oder Auftragsstrukturpositionen. Bestellungen oder Fertigungsdokumentationen sind z.B. Dokumente die sich eindeutig auf einen Teil beziehen, der in einem Auftrag vorkommt. Die Verknüpfung dieser Dokumente hat somit auf die entsprechende Auftragsstrukturposition zu erfolgen und nicht auf die zur Auftragsstrukturposition gehörenden Teilestammdaten.

Weitere auftragsbezogene Dokumente sind unter anderem Kundenzeichnungen, die seitens des Auftraggebers, für die Planung einer Anlage zur Verfügung gestellt werden. Die Verknüpfung dieser Dokumente erfolgt zum betreffenden Auftrag, bzw. wenn diese spezifischer zugeordnet werden können, zu einem Teilbereich der Auftragsstruktur.

44 Vgl. Altmann J.(2013). Stichwort: Incoterms [online] [1]

3.3 Beschaffungs- und Produktionslogistik

Unter Beschaffungs- und Produktionslogistik werden in dieser Arbeit jene Abläufe zusammengefasst, die sich mit der physischen Realisierung von Aufträgen befassen. Vorangegangene Prozesse wie Engineering sind Voraussetzung für die geregelten Abläufe der Beschaffung und Produktion aber nicht Teil davon.

Im Wesentlichen erfasst die Beschaffungs- und Produktionslogistik auftretende Bedarfe und stellt deren Deckung sicher. Es werden also benötigte Güter in der richtigen Menge, am richtigen Ort, zur richtigen Zeit und unter Berücksichtigung anderer Faktoren bereitgestellt. Sämtliche diesbezügliche Abläufe basieren auf der zugehörigen Auftragsstruktur und deren Informationen. Der logistische Zusammenhang zwischen Teilen und deren übergeordneten Baugruppen, ist durch die Struktur des Auftrages festgelegt. Der auftragsbezogene als auch der auftragsneutrale Informationsgehalt der Struktur, beinhaltet die Details für die logistische und produktionstechnische Abwicklung.

3.3.1 Bedarfserfassung

Der Bedarf eine Komponente zu beschaffen bzw. zu produzieren, tritt dann auf, wenn die jeweilige Komponente im Zuge einer Auftragsabwicklung benötigt wird. Abgebildet wird dies dadurch, dass die Komponente in einer Auftragsstruktur vorkommt. Eine Komponente sollte allerdings nicht alleine durch das Vorhandensein in der Auftragsstruktur zur Beschaffung freigegeben sein. Es ist sinnvoll die Freigabe zur Beschaffung explizit zu setzen, dadurch besteht die Möglichkeit Strukturen vorab zu entwerfen, in der Folge auszuarbeiten und erst nach endgültiger Fixierung die Freigabe zu erteilen. Auch eine Prüfung der Daten bezogen auf den betreffenden Auftrag kann auf diese Weise erfolgen, bevor der Bedarf zur Beschaffung freigegeben wird. Die Prüfung diesbezüglicher Dokumente gemäß Dokumenten-Lebenszyklus-Management ist hier Voraussetzung.

Die Menge des offenen Bedarfs einer Komponente, wird aus der Struktur des Auftrags ermittelt, in dem die betreffende Komponente benötigt wird. Bei der Ermittlung der benötigten Menge, ist darauf zu achten, dass die tatsächlich benötigte Menge durch Multiplikation der Einmengen, sämtlicher übergeordneter Strukturstufen zu errechnen ist. Die Einmenge einer Komponente gibt die Menge an, die erforderlich ist um eine Einheit der übergeordneten Baugruppe zu erzeugen. Sollen z.B. zwei Einheiten der Baugruppe erzeugt werden, so entspricht die tatsächlich benötigte Menge der Komponente dem Doppelten der Einmenge. Anhand der folgend dargestellten Strukturstückliste einer Schweißbaugruppe wird dies verdeutlicht

Menge	Beschreibung
10 Stück	Schweißbaugruppe
└ 15 Stunden	└ Konstruktionsaufwand
└ 1 Pauschal	└ Produktionsaufwand
└ 4 Stück	└ Blech 1
└ 5 Stunden	└ Konstruktionsaufwand
└ 1 Pauschal	└ Produktionsaufwand
└ 2000mm ²	└ Blechtafel 1500x3000x3 nach EN 10029
└ 2 Stück	└ Blech 2
└ 5 Stunden	└ Konstruktionsaufwand
└ 1 Pauschal	└ Produktionsaufwand
└ 5000mm ²	└ Blechtafel 1500x3000x1 nach EN 10029
└ 1 Stück	└ Blech 3
└ 5 Stunden	└ Konstruktionsaufwand
└ 1 Pauschal	└ Produktionsaufwand
└ 9000mm ²	└ Blechtafel 1500x3000x8 nach EN 10029

Tabelle 3.1: Beispielstruktur Schweißbaugruppe aufgelöst Mengenermittlung⁴⁵

Angenommen in einem Auftrag werden 10 Stück der dargestellten Schweißbaugruppe benötigt, so wird die tatsächlich benötigte Menge der „Blechtafel 1500x300x3 nach EN 10029“ folgendermaßen ermittelt. Die Einmenge der „Blechtafel 1500x300x3 nach EN 10029“ wird mit der Einmenge des „Blech 1“ und der Einmenge der „Schweißbaugruppe“ multipliziert. Somit resultiert die tatsächlich benötigte Menge von 80.000mm² für die Komponente „Blechtafel 1500x300x3 nach EN 10029“. Gemäß diesem Beispiel wird die benötigte Menge einer Komponente entlang eines Strukturastes ermittelt.

Die ermittelte Menge umfasst ausschließlich jene Komponenten, die zum Zeitpunkt der Erfassung zur Beschaffung freigegeben sind. Nachfolgende Änderungen werden durch das Supply-Chain-Management geregelt.

Ebenfalls anhand der jeweils übergeordneten Baugruppe, ist der Lieferort für Komponenten festgelegt. Der Lieferort eines Teils ist jener Ort, an dem die übergeordnete Baugruppe produziert wird. Zwischen Produktionsort des Teils und Produktionsort der Baugruppe findet in jedem Fall ein Materialfluss statt, der das Teil beinhaltet. Ob dieser Materialfluss einen Transport notwendig macht, hängt davon ab wie groß die Entfernung zwischen den Produktionsorten ist. Bei einem Materialfluss zwischen zwei benachbarten Arbeitsplätzen ist z.B. kein Transport erforderlich.

45 Quelle: Eigene Darstellung

Ähnlich der Festlegung von Lieferorten, hängen auch Termine von Teilen und Baugruppen über die strukturellen Verknüpfungen zusammen. Die Durchlaufzeit eines Strukturastes vom Produktionsbeginn bis zur Fertigstellung der obersten Baugruppe, wird durch Addition sämtlicher Produktions- bzw. Beschaffungszeiten und Transportzeiten, entlang der jeweiligen Struktur berechnet. Mit Hilfe dieser Durchlaufzeiten, werden, ausgehend von einem festgelegten Zeitpunkt, alle über die Struktur zusammenhängenden Termine ermittelt. Auf diese Weise ist der erforderliche Produktionsbeginn jeder Komponente bestimmbar.

Die Bedarfserfassung erfolgt prinzipiell unabhängig davon, aus welchem Auftrag ein Bedarf hervorgeht, sie erfolgt unternehmensweit. In der Regel wird bei einer unternehmensweiten Bedarfsermittlung eine große Menge an Daten ausgegeben, deshalb ist es zielführend zu Unterteilen bzw. zusammenzufassen. Im Idealfall werden sämtliche Bedarfe eines Teils zu einer Position zusammengefasst und beschafft. Die Reduktion auf eine einzelne Position setzt allerdings voraus, dass sämtliche beschaffungsrelevanten Daten identisch sind. Also müssen unter anderem der Lieferort, der Liefertermin und die Lieferbedingungen übereinstimmen. Bei der Ermittlung von Bedarfen aus unterschiedlichen Aufträgen und einer Vielzahl möglicher Produktionsstätten, ist die Übereinstimmung aller Daten unwahrscheinlich.

Anhand bestimmter Kriterien ist es jedoch möglich und sinnvoll Bedarfe zusammenzufassen. Die Kategorisierung von Stammdaten kann dafür genutzt werden ähnliche Komponenten aus der großen Datenmenge herauszufiltern, um diese gesammelt zu beschaffen. Ähnliche Komponenten können zwar nicht zu einer einzelnen Position zusammengefasst werden, deren Beschaffung jedoch kann in einem Vorgang abgewickelt werden. Ebenso könne alle Teile die den selben Kreditor zugewiesen haben ausgelesen und in einem Vorgang beschafft werden.

Als Werkzeuge zur Erfassung von Bedarfen werden Berichte genutzt, die aus Auftragsstrukturdaten generiert werden. Diese Berichte sind je nach Anforderung des betreffenden Prozesses zu definieren. Wichtig ist, dass sämtliche Informationen die ein Bericht erfassen soll, vorhanden und entsprechend verknüpft sind. Für die Erfassung von Bedarfen ist z.B. ein Bericht hilfreich der den gesamten offenen Bedarf auflistet. Dabei ist es sinnvoll den Inhalt dieses Berichtes nach den genannten Kriterien zu filtern und zu sortieren um die Zusammenfassung von Bedarfen zu erleichtern. Ein weiterer hilfreicher Bericht ist die Zusammenfassung von Auftragsstrukturpositionen die zwar vorhanden, jedoch noch nicht zur Beschaffung freigegeben sind. Eine Aufstellung von zu erwartenden Bedarfen ist dadurch möglich.

3.3.2 Bedarfsdeckung

Bedarfe werden dadurch gedeckt, dass gemäß den durch die Bedarfe vorgegebenen Informationen, entsprechendes Material bereitgestellt wird. Allgemein beschrieben bedeutet dies, dass eine Komponente unter anderem in einer definierten Menge, an einem festgelegten Ort, zu einem gewissen Termin bereitgestellt wird. Zur Erfüllung dieser Bereitstellung, ist eine entsprechende Beschaffung bzw. Produktion und ein Materialfluss notwendig. Realisiert wird dies durch einzelne simple Abläufe deren Grundprinzip immer gleich ist. Abgesehen von finanziellen Aspekten, besteht die Bedarfsdeckung nur aus Produktion bzw. Beschaffung und Bereitstellung unter Berücksichtigung gewisser Randbedingungen, die durch die zugeordneten Daten festgelegt sind. Was mit der betreffenden Komponente nach deren Bereitstellung passiert und welche Abläufe notwendig sind um die Beschaffung bzw. Produktion zu ermöglichen, ist nicht Teil des Beschaffungsvorgang, der der Komponente zugeordnet ist. Sämtliche anknüpfenden Abläufe sind separate Prozesse die wiederum dem selben Grundprinzip folgen. Der Zusammenhang zwischen den einzelnen Beschaffungsvorgängen wird durch die Auftragsstruktur hergestellt. Durch die Abarbeitung in Form ähnlicher Prozesse ist es möglich diese zu standardisieren und effizienter zu gestalten.

Zuständig für die Abläufe zur Deckung von Bedarfen ist gewöhnlich die Materialwirtschaft, als eigener Fachbereich. Verfügt ein Unternehmen über keine eigene Fertigung, so mündet jeder Bedarf in einer Bestellung oder einem Fremdfertigungsauftrag, die durch die Materialwirtschaft zu organisieren sind. Die Prozesse der Materialwirtschaft sollen nach strukturierten Vorgaben ablaufen, deshalb sind strategische Festlegungen für die Beschaffung sinnvoll.

Für Komponenten die in gleicher oder ähnlicher Form immer wieder beschafft werden, ist es zweckmäßig, möglichst viele beschaffungsrelevante Bedingungen festzulegen, noch bevor ein Bedarf für diese Komponenten entsteht. Unter anderem zählen zu diesen Bedingungen Einkaufspreis, Lieferbedingungen und Wiederbeschaffungszeit. Zur Fixierung von beschaffungsrelevanten Bedingungen bieten sich Rahmenverträge an, die zwischen dem Referenzunternehmen und dem betreffenden Kreditoren ausgehandelt werden.

In den meisten Fällen ist es nicht möglich sämtliche Daten für die Beschaffung im Vorfeld festzulegen, da gewisse Informationen erst dann verfügbar sind, wenn tatsächlich ein Bedarf vorhanden ist. Eine Ausnahme dabei bilden Normteile wie z.B. Verbindungsmittel. Deren technische Bedingungen sind eindeutig durch die jeweilige Norm definiert und sämtliche finanzielle sowie logistische Bedingungen können durch einen Rahmenvertrag festgelegt werden.

Der Nutzen von vorab festgelegten Bedingungen liegt darin, dass im Falle eines Bedarfs nur noch wenige Dinge zu klären sind, wodurch der Beschaffungsvorgang vereinfacht und abgekürzt wird. Im Falle von Normteilen kann die Vereinfachung der Beschaffung soweit gehen, dass der Beschaffungsvorgang automatisiert wird. Bei einem automatisierten Beschaffungsvorgang wird durch die Generierung eines Bedarfs direkt eine Bestellung ausgelöst, ohne Eingriff der Materialwirtschaft. Ermöglicht wird dies dadurch, dass die Kombination der Informationen aus dem zutreffenden Rahmenvertrag und der Auftragsstruktur, sämtliche Daten zur Verfügung stellt, die für die Beschaffung erforderlich sind.

Für die Zuordnung von Rahmenverträgen zeigt sich wiederum die Kategorisierung von Teilstammdaten als sinnvoll. Zum Beispiel besteht die Möglichkeit einen Rahmenvertrag, mit Hilfe der entsprechenden Kategorie, allen Verbindungsmitteln zuzuweisen.

Die Erläuterte Standardisierung von Beschaffungsprozessen ist für Komponenten, die in ähnlicher Form noch nicht beschafft wurden, nicht umsetzbar. Deren Bedingungen zur Beschaffung können erst im Bedarfsfall definiert werden. Der strukturierte Ablauf einer Beschaffung ist jedoch auch für diese Sonderkomponenten gleich, außerdem ist es Hilfreich den Beschaffungsvorgang einer möglichst ähnlichen Komponente heranzuziehen und darauf aufbauend die Beschaffung der Sonderkomponente durchzuführen.

Jede Komponente, die Teil einer Auftragsstruktur ist, erzeugt eine Bedarfsposition die gedeckt werden muss. Somit wird jede Komponente von dem Referenzunternehmen selbst beschafft, wobei bei jedem Beschaffungsvorgang der Lieferant gesondert definiert werden kann. Grundsätzlich sollten Komponenten bei dem darauf spezialisierten Lieferanten beschafft werden, z.B. Verbindungsmittel bei dem darauf spezialisierten Händler. Durch diese Herangehensweise bleibt die Organisation und Kontrolle der gesamten Logistik im Unternehmen. Außerdem wird die Flexibilität bei der Auswahl der Lieferanten erhöht, da die Bereitstellung von einzelnen Komponenten, im Vergleich zur Organisation der Produktion und Logistik gesamter Baugruppen, wesentlich simpler ist und dadurch bei einer größeren Anzahl an Lieferanten geordert werden kann. Dies verbessert auch die Preisgestaltung.

Eine Alternative Form der Beschaffung ist die Pauschalbeschaffung ganzer Baugruppen oder Produkte. Baugruppen und alle strukturell untergeordneten Teile werden dabei gemeinsam bei einem einzigen Lieferanten bestellt, unabhängig davon um welche Art von Teile es sich dabei handelt. Die Logistik die mit der Struktur der Baugruppe verbunden ist, unterliegt dabei der Organisation des jeweiligen Lieferanten. Zum Beispiel werden bei dieser Art der Beschaffung Verbindungsmittel nicht bei einem darauf spezialisierten Händler beschafft, sondern bei jenem Lieferant der die gesamte Baugruppe produziert.

Pauschalbeschaffungen können nur bei Lieferanten geordert werden, die über die erforderlichen Ressourcen, zur Organisation der Logistik, verfügen. Die Preisgestaltung der Untergeordneten Teile wird mit der Organisation der Logistik an den Lieferanten übergeben, dessen Zuschläge den Preis drastisch erhöhen. Sinnvoll ist eine Pauschalbeschaffung bei der Beschaffung von Prototypen mit einer geringen Anzahl an untergeordneten Teilen, da in solch einem Fall der Aufwand für die Organisation der Logistik meist höher ist als die Zuschläge für Subkomponenten. Konkret ist dies für jede Baugruppe separat abzuwägen.

Dokumente die in Zusammenhang mit der Deckung von Bedarfen benötigt werden, wie z.B. Bestellungen, können als Berichte definiert werden. Inhalt dieser Berichte sind Informationen die der Auftragsstruktur entstammen und entsprechend der Anforderungen Zusammengefasst werden. Die Ablage von beschaffungsrelevanten Dokumenten erfolgt, gleich aller andern Dokumente, in neutraler Form, wobei eine Verknüpfung zur entsprechenden Auftragsstrukturposition zwecks Nachvollziehbarkeit erforderlich ist. Die Verknüpfung des Dokumentes darf ausschließlich zur Auftragsstrukturposition erfolgen, nicht zu den auftragsneutralen Teilestammdaten, da beschaffungsrelevante Dokumente keinen direkten Bezug zu Teilestammdaten aufweisen.

3.3.3 Supply Chain Management

Supply Chain Management bezeichnet den Aufbau und die Verwaltung integrierter Logistikketten, inklusive der Material- und Informationsflüsse über den gesamten Wertschöpfungsprozess, ausgehend von der Rohstoffgewinnung über die Veredelungsstufen bis hin zum Endverbraucher.⁴⁶ Bezogen auf die hier behandelten Themen, umfasst das Supply Chain Management grundsätzliche Beschaffungsstrategien, die Regelung von Lieferabfolgen, den Umgang mit Änderungen während des Beschaffungsprozesses und die Kontrolle des gesamten Beschaffungsfortschritts. Die Verwaltung von Informationen in Form von Dokumenten, bezogen auf die Beschaffungs- und Produktionslogistik, ist ebenfalls Teil des Supply Chain Managements.

Die Entwicklung der grundsätzlichen Beschaffungsstrategie des Referenzunternehmens, soll von einer Form des Single Sourcing zu einer Mischung aus Modular- und Global Sourcing umgestaltet werden.⁴⁷ Das Single Sourcing wurde in der Form betrieben, dass bei einem oder wenigen Lieferanten Produkte, bzw. Anlagen in Form von Pauschalbeschaffungen zugekauft wurden. Die angestrebte Beschaffungsstrategie sieht vor, Schlüsselkomponenten und komplexe Baugruppen von mehreren Stammlieferanten zu beziehen. Der Bedarf an simplen Bauteilen und einfachen Dienstleistungen, soll global durch viele Lieferanten abgedeckt werden. Die Ziele der Umgestaltung der Beschaffungsstrategie sind in folgender Tabelle anhand der Nachteile die eliminiert und der Vorteile welche erreicht werden sollen dargestellt.

⁴⁶ Vgl. Voigt, K., Lackes, R., Siepermann, M., Krieger, W. (2013). Stichwort: Supply Chain Management (SCM) [online] [14]

⁴⁷ „Single Sourcing“, „Modular Sourcing“ und „Global Sourcing“ siehe Begriff „Beschaffungsstrategien“ Kapitel 7 Begriffserläuterungen

Nachteile	Vorteile
<ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit von Lieferanten (Qualität, Preis) • kurzfristiger Lieferantenwechsel schwierig und kostspielig • Preisgabe von Know-how • geringe Flexibilität 	<ul style="list-style-type: none"> • geringe Abhängigkeit von Lieferanten • große Auswahlmöglichkeiten an Lieferanten • geringe Preisgabe von Know-how je Lieferanten • hohe Flexibilität in Bezug auf Preisgestaltung • Erhöhung der Qualität bei Schlüsselkomponenten

Tabelle 3.2: Ziele der Umgestaltung der Beschaffungsstrategie⁴⁸

In Zusammenhang mit Beschaffungsstrategien stehen standardisierte Lieferverläufe, die für Komponenten, bzw. Strukturen die mehrere Komponenten enthalten festgelegt werden. Die Standardisierung dieser Lieferverläufe umfasst optimalerweise sowohl die Beschaffung als auch den Transport. Ein standardisierter Lieferverlauf entsteht durch häufige Abwicklung sehr ähnlicher Auftragsstrukturen. Wird ein Lieferverlauf als Standard festgelegt, so ist es sinnvoll diesen der entsprechenden Teilestammdatenstruktur zuzuordnen, wodurch der Standard für zukünftige Anwendungen zentral verfügbar ist.

Ein Beispiel für einen standardisierbaren Lieferverlauf ist jener der Antriebseinheit einer Seilwinde. Die Antriebseinheit besteht aus einem Getriebe, einem Motor und einer Bremse. Der Lieferverlauf sieht vor, dass die Bremse zum Motorhersteller geliefert wird und dort an den Motor angebaut wird. Bremse und Motor ab diesem Zeitpunkt eine Einheit und sind zum Getriebehersteller zu liefern, dieser fügt Motor inkl. Bremse an das Getriebe an und produziert dadurch die Antriebseinheit. Die Antriebseinheit ist in weiterer Folge dem Produzenten der Seilwinde zur Verfügung zu stellen. Sind die Hersteller der Bremse, des Motors und des Getriebes als Standardlieferanten festgelegt, so kann auch der Transport zwischen den Herstellern der Komponenten als Standard fixiert werden. Im Falle des Bedarfs einer entsprechenden Antriebseinheit, kann somit ohne weiteren Organisationsaufwand die Antriebseinheit inkl. derer Komponenten und Transporte beschafft werden.

48 Vgl. Wannenwetsch, H., Comperl, P., Illgner, E., Meier, A., Nicolai, S., Schmid, K.: Integrierte Materialwirtschaft und Logistik, 5 Beschaffungsstrategien [15]

Aufgabe des Supply Chain Managements ist es auch Änderungen von Daten und deren Auswirkungen auf den Beschaffungsprozess zu verwalten. Grundsätzlich ist für die Beschaffung der aktuelle Stand zum Zeitpunkt der Bestellauslösung gültig, dieser ist einerseits durch das Informationsmanagement sicherzustellen, andererseits ist dieser Status zwecks Nachvollziehbarkeit festzuhalten. Eine Änderung von Daten kann sich nur in Form einer Revisionsbestellung auswirken, wodurch die ursprüngliche Bestellung storniert wird. Die Auswirkungen sind dabei mit dem beauftragten Kreditor zu klären. Eine Revisionsbestellung kann durch Änderung sämtlicher im Kapitel 3.2 erläuterten Informationen ausgelöst werden.

Eine Änderung von auftragsneutralen Informationen, z.B. Fertigungs- relevanter Dokumente kann ebenfalls eine Revisionsbestellung erforderlich machen. Hier kann allerdings eine Ausnahmeregelung getroffen werden, indem in der Bestellung auf den aktuellsten Stand der Fertigungsunterlagen verwiesen wird. In diesem Fall, ist dem jeweiligen Kreditor der aktuellste Stand der Dokumente zur Verfügung zu stellen, bzw. ist eine Änderung entsprechend zu kommunizieren. Eine Online-Dokumentenplattform, die Dokumente zur Verfügung stellt und über Änderungen informiert ist dabei hilfreich.

Unter Umständen kann es erforderlich sein, die Menge einer Bedarfsposition auf mehrere Beschaffungsvorgänge aufzusplitten. Eine Aufsplittung kann z.B. erforderlich sein, wenn die Ressourcen eines einzelnen Lieferanten nicht ausreichen, um die benötigte Menge eines Teils zum geforderten Zeitpunkt bereitzustellen. Die Abarbeitung von offenen Bedarfspositionen durch einzelne simple Beschaffungsvorgänge, ermöglicht die Aufsplittung von Lieferumfängen, genauso wie die Verwaltung von Änderungsauswirkungen, durch relativ geringen Aufwand, da Informationen über die Strukturverknüpfungen in die einzelnen Bedarfspositionen einfließen und dadurch die Auswirkung einer Änderung klar ersichtlich ist.

Für die Produktion von Baugruppen, ist es erforderlich, dass deren untergeordnete Komponenten zum richtigen Zeitpunkt am Produktionsort der Baugruppe verfügbar sind. Der Produktionsort der untergeordneten Komponenten ist dabei irrelevant, somit ist es für die Produktion der Baugruppe auch nicht relevant ob die Produktion von untergeordneten Komponenten aufgesplittet ist oder nicht. Wird die Produktion von Baugruppen aufgesplittet, hat dies Auswirkungen auf den Lieferort der untergeordneten Komponenten. Die Lieferung der untergeordneten Komponenten muss mengenmäßig, entsprechend der Aufsplittung der Baugruppenproduktion, auf die jeweiligen Produktionsorte der Baugruppe aufgeteilt werden.

Der Fortschritt der Beschaffung und Produktion ist Teil des Gesamtfortschritts des Auftrags und sollte deshalb zu jedem Zeitpunkt überprüfbar sein. Der Verlauf der logistischen Abwicklung kann mit Hilfe von Lagerbeständen dargestellt werden. Wird jeder Beschaffungs-, Produktions- und Bedarfsort als Lager betrachtet, so ist der Bestand des jeweiligen Lagers, durch die Buchung von Wareneingängen und Warenausgängen zu führen. Werden Komponenten an einem Lagerort zu einer Baugruppe zusammengefügt, so existieren die Komponenten als Einzelteile nicht mehr und sind als Verbrauch zu verbuchen. Die neu entstandene Baugruppe ist nach erfolgter Produktion, an dem jeweiligen Ort als Bestand und nach erfolgtem Abtransport als Warenausgang zu buchen. Zwischenlagerorte können ebenso dargestellt werden, der Unterschied liegt darin, dass keine Komponenten verbraucht, sondern nur ein- und ausgebucht werden. Der Bestand eines Lagers gibt Auskunft darüber welche Komponenten sich zu dem jeweiligen Zeitpunkt in dem betreffenden Lager befinden. Ausgehend von einer Komponente, kann bestimmt werden welche Menge an welchem Ort lagernd ist.

4 Schnittstellendefinition einzelner Fachbereiche

Für die erfolgreiche Abwicklung von Aufträgen ist eine klare Definition von Schnittstellen zwischen Tätigkeiten einzelner Fachbereiche und Werkzeuge wichtig, da dadurch Blind- und Fehlleistung reduziert werden kann. Bei der Definition von Schnittstellen sind der Inhalt und die Form der Informationen zu definieren, die zwischen Fachbereichen übergeben werden sollen. Tätigkeiten der gesamten Auftragsabwicklung sind, unter Berücksichtigung von Kernkompetenzen einzelner Fachbereiche des Unternehmens, aufzuteilen. Die Aufteilung von Tätigkeiten, die zur Realisierung von Aufträgen erforderlich sind, ist nicht nur für Fachbereiche zu definieren, sondern auch für Werkzeuge, die zur Auftragsabwicklung dienen.

Die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Prozesse mit den Schwerpunkten Konstruktion sowie Beschaffungs- und Produktionslogistik, betreffen unternehmensintern in erster Linie die Fachbereiche mechanische und elektrische Konstruktion sowie Materialwirtschaft. Die Zuständigkeiten der Konstruktion bzw. der Materialwirtschaft wird im Folgenden im Bezug auf die erläuterten Abläufe festgelegt. Zuständigkeiten anderer Fachbereiche werden nur in Anbetracht von Schnittstellen zur Konstruktion bzw. Materialwirtschaft angedeutet.

Teilestammdaten, als Grundlage des Unternehmens Know-how und Basis aller weiterführenden Daten, werden von der Konstruktion erzeugt, da diese Daten aufgrund technischer Anforderungen entstehen und die Kernkompetenz der Konstruktion in der Technik liegen. Die laufende Pflege des technischen Teils der Teilestammdaten ist somit ebenfalls Aufgabe der Konstruktion. Kaufmännische und logistische Informationen, die einen weiteren Teil der Teilestammdaten bilden, fallen allerdings in die Kernkompetenzen der Materialwirtschaft und sind somit durch diesen Fachbereich zu pflegen.

Der Aufbau und die Pflege von strukturellen Zusammenhängen der Teilestammdaten, wie Baugruppen- oder Produktstrukturen, ist analog zu den Teilestammdaten selbst aufzuteilen. Technische Zusammenhänge sind Aufgaben der Konstruktion, daraus resultierende logistische Zusammenhänge fallen unter die Zuständigkeiten der Materialwirtschaft.

Die technische Spezifikation von Komponenten ist Hauptaufgabe der Konstruktion, somit ist die Erstellung sämtlicher Dokumente, die für die Produktion der jeweiligen Dokumente notwendig sind, Aufgabe der Konstruktion. Es ist allerdings dabei zu beachten, dass diese Dokumente ausschließlich Fertigungstechnische Informationen enthalten, die möglichst neutral gehalten sind um einen möglichst breiten Anwendungsbereich zu erreichen. Informationen bezüglich Verwendung sind nicht Inhalt dieser Dokumente. Auch die Erstellung von Stücklisten jeglicher Form fällt nicht unter diesen Bereich, da Stücklisten lediglich Berichte sind, die aus Strukturinformationen generiert werden. Der Inhalt von Stücklisten wird je nach Anforderung konfiguriert und kann von jedem Fachbereich nach Bedarf ausgelesen werden.

Auftragsstrukturen werden im Idealfall bereits im Zuge der Angebotslegung erstellt, somit ist der Aufbau dieser Strukturen Aufgabe des Vertriebs. Die Pflege einer Auftragsstruktur während der Projektabwicklung unterliegt im Regelfall dem Projektmanagement, wobei Informationen bezüglich Beschaffungs- und Produktionsfortschritt durch die Materialwirtschaft laufend eingepflegt werden. Die technische Detaillierung einer Auftragsstruktur erfolgt durch die Einbringung von Teilestammdaten, deren Zuständigkeit bereits erläutert wurde.

Sämtliche Abläufe der Beschaffungs- und Produktionslogistik sind Teil des Aufgabenbereichs der Materialwirtschaft. Die Erfassung von offenen und zu erwartenden Bedarfen inkl. der Erstellung diesbezüglicher Dokumente zählen zu diesen Abläufen. Tätigkeiten wie Anfragen, Angebotseinholung, Verhandlungen, Bestellungen und diesbezüglicher Dokumente, sind für die Deckung von Bedarfen erforderlich und folglich Aufgabe der Materialwirtschaft. Die Mitwirkung der Konstruktion bei notwendigen technischen Abklärungen ist obligat.

Die Aufgaben des Supply Chain Managements sind durch Zusammenarbeit des Projektmanagements und der Materialwirtschaft abzuarbeiten. Im Falle von technischen Änderungen während der Auftragsabwicklung ist auch die Konstruktion gefordert, die Auswirkungen der Änderungen möglichst kostenschonend in die Abwicklung einfließen zu lassen.

5 Gesamtleitfaden Auftragsabwicklung

Die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Themen sind im Zuge einer Auftragsabwicklung eng miteinander verknüpft. Das reibungsfreie Zusammenspiel zwischen den einzelnen Prozessen und den mitwirkenden Fachabteilungen ist für die Realisierung eines Auftrags in strukturierter Form Voraussetzung. In folgender Abbildung sind die Zusammenhänge zwischen Abläufen, die für Auftragsabwicklung relevant sind, kompakt dargestellt.

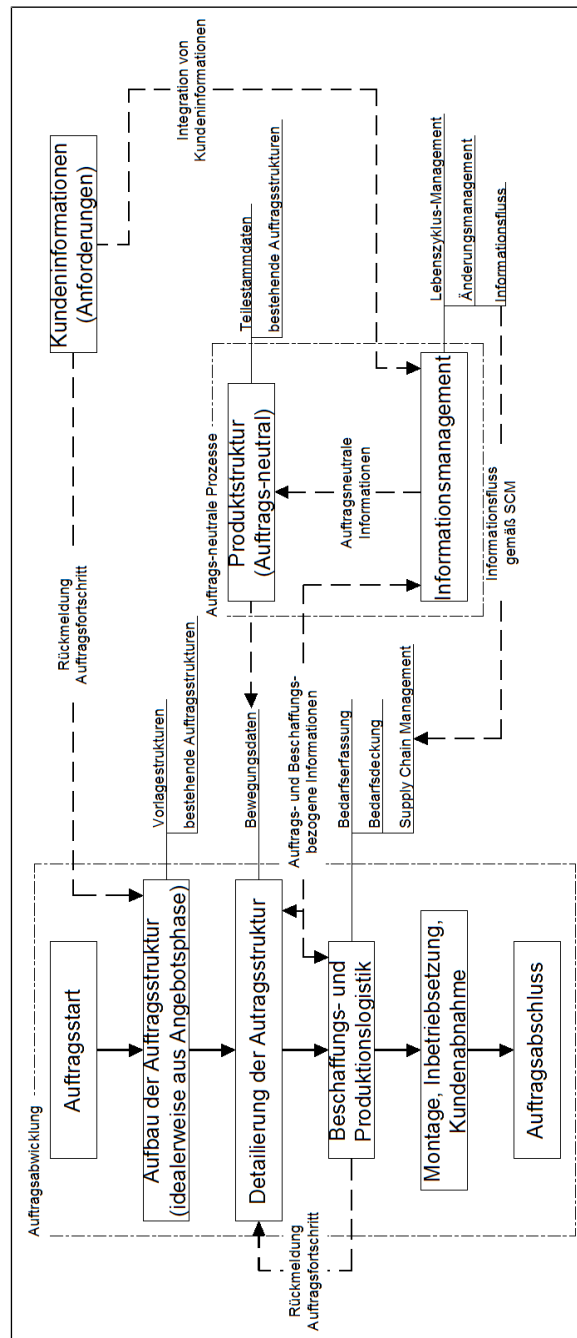


Abbildung 5.1: Gesamtleitfaden in kompakter Form⁴⁹

49 Quelle: Eigene Darstellung

Die Abbildung zeigt die Prozesse der Auftragsabwicklung als zentraler Leitfaden, welche im Kapitel 3 genauer erläutert sind. Die im Kapitel 2 beschriebenen auftragsneutralen Prozesse, die durch die Bereitstellung und Verwaltung von Daten indirekt zur Auftragsrealisierung beitragen, sind separat dargestellt und deren Einfluss wird durch Pfeile veranschaulicht. Der Einfluss von Kundenanforderung und die Integration von Kundeninformationen ist ebenfalls schematisch dargestellt. Kundeninformationen stehen hier stellvertretend für alle Informationen, die außerhalb des Unternehmens entstehen und in das Unternehmensinterne Informationsmanagement integriert werden.

Wie in der Abbildung 5.1 dargestellt, ist zu Beginn einer Auftragsabwicklung die Auftragsstruktur gemäß den Kundenanforderungen aufzubauen. Im Idealfall ist eine grobe Auftragsstruktur bereits aus der Angebotsphase des Auftrags vorhanden, da eine Auftragsstruktur auch die Basis für eine Angebotskalkulation bildet. Auftrags- bzw. Angebotsstrukturen können mit Hilfe von festgelegten Vorlagestrukturen oder bestehenden Strukturen anderer Aufträge gebildet werden.

Die Auftragsstruktur wird im Zuge der Abarbeitung eines Auftrags durch die Generierung von Bewegungsdaten detailliert bis sämtliche Komponenten in die Struktur eingearbeitet sind. Dies bildet das eigentliche Engineering eines Auftrags. Bewegungsdaten entstehen durch die Zuordnung von auftragsneutralen Produkt- und Komponentenstrukturen zu Aufträgen. Hier erfolgt die Ergänzung von auftragsneutralen Informationen mit auftragsbezogenen Informationen, die im Kapitel 3.2 erläutert sind.

Auf Basis der ausgearbeiteten Auftragsstruktur, realisieren wie im Kapitel 3.3 beschrieben die Prozesse der Beschaffungs- und Produktionslogistik nach Vorgabe sämtlicher Informationen, die Bestandteile und letztlich die gesamte Anlage. Durch laufende Rückmeldung des Fortschritts der Realisierung an die zentrale Struktur ist der Auftragsfortschritt zu erkennen. Dies dient dem Controlling des Auftrags. Montage und Inbetriebsetzung schließen die Erzeugung der Anlage ab, welche durch die Kundenabnahme an den Nutzer übergeben wird.

Die Auftragsstruktur sowie die Beschaffungs- und Produktionslogistik sind eng mit dem Informationsmanagement verbunden, da ein Großteil von Informationen in Form von Dokumenten vorhanden sind, welche zentral durch das Informationsmanagement verwaltet werden, siehe Kapitel 2.3. Zu beachten ist, dass auch sämtliche Dokumente, die im Zuge der Auftragsabwicklung erstellt werden im auftragsneutralen Informationsmanagement zu verwalten sind. Die Bereitstellung von Informationen für die Beschaffungs- und Produktionslogistik durch den Informationsfluss richtet sich nach dem Supply Chain Management.

6 Resümee, Nutzen und Möglichkeiten der Strukturierung und Standardisierung

Die Grundlage für jede Standardisierung bildet eine vorangegangene Strukturierung von Abläufen. Denn nur wenn Abläufe einem vorgegebenen Schema folgen, können diese immer gleich bzw. ähnlich ablaufen. Aus ähnlich ablaufenden Prozessen lässt sich im Regelfall schnell Verbesserungspotential erkennen, woraus ein Standard für den Prozess selbst und die daraus gewonnenen Ergebnisse entwickeln lässt.

Die vorangegangenen Kapitel stellen einen Leitfaden für die Auftragsabwicklung in Hinblick auf die Abläufe der Konstruktion sowie der Beschaffungs- und Produktionslogistik dar. Entlang dieses Leitfadens ist die Verwirklichung unterschiedlicher Aufträge möglich, sodass bei differierenden Aufträgen immer wieder dieselben Abläufe zur Anwendung kommen. Alleine dadurch ist bereits ein gewisser Standard gegeben und bei gleichbleibender Form der Auftragsabwicklung sind anhand gewonnener Erfahrungswerte, Verbesserungsmöglichkeiten messbar und umsetzbar. Strukturierte und standardisierte Prozesse liefern je nach Randbedingungen ähnliche Ergebnisse. Wie die Prozesse selbst, bieten auch ähnliche Ergebnisse die Möglichkeit der Standardisierung.

Als konkretem Beispiel folgen demnach strukturierten und standardisierten Konstruktionsprozessen standardisierte Konstruktionsunterlagen und folglich auch Standardteile die eine hohe Wiederverwendbarkeit aufweisen, da aus Erfahrungswerten ähnliche Ergebnisse zusammengefasst werden können. Die Strukturierung bei diesem Beispiel beginnt bereits bei der Festlegung des Inhalts und Formats von Konstruktionsunterlagen und beinhaltet auch eine praktikable Verwaltung und Wiederauffindbarkeit.

Eine zentrale Struktur geht in dieser Arbeit mehrfach als wichtigstes Werkzeug hervor. Darunter fällt sowohl die Struktur eines Auftrags, als auch die Strukturen von Produkten und simplen Baugruppen. Die Struktur an sich beschreibt die Zusammenhänge von Komponenten und Informationen, bildet aber auch den Knotenpunkt an dem sämtliche Fäden zusammenlaufen. Anhand von Strukturen können Komponenten, Dokumente und andere Daten aufgefunden werden. Es besteht aber auch die Möglichkeit Informationen aus Strukturen zu gewinnen, wie in den entsprechenden Kapiteln erläutert.

Die strukturelle Gliederung dient auch dazu komplexe Anlagen in Arbeitspakete zu unterteilen. Ein abgeschlossener Bereich einer Gesamtstruktur kann als Arbeitspaket abgearbeitet werden sodass durch das Zusammenführen einzelner Arbeitspakete anhand deren strukturellen Zusammenhänge, die Abarbeitung der Gesamtanlage passiert. Die Unterteilung in Arbeitspakete erfolgt sinnvollerweise anhand festgelegter Kriterien, wodurch immer wieder ähnliche Arbeitspakete entstehen die eine Standardisierung zulassen.

Einen großen Vorteil bildet die Möglichkeit sämtliche Informationen nach Relevanz miteinander, aber vor allem zu einer zentralen Struktur, zu verknüpfen. Von der Struktur und den zugeordneten Arbeitspaketen sind somit alle erforderlichen Informationen schnell verfügbar. Die zentrale Verknüpfung von Informationen bietet außerdem gegenüber dem Kopieren und Sammeln an verschiedenen Stellen den Vorteil dass Änderungen an nur einer Stelle zu pflegen und überall verfügbar sind. Informationen aus unterschiedlichen Fachbereichen werden durch zentrale Verknüpfung gebündelt und Abweichungen von gemeinsam genutzten Daten vermieden.

Der Aufbau und die Verwaltung von Grunddaten bietet die Möglichkeit der Wiederverwendung, Erkennung von Verwendung in unterschiedlichen Aufträgen und Verbesserung der Qualität und Kostensicherheit. Werden z.B. Grunddaten für eine Seilwinde aufgebaut, die aufgrund von Kundenanforderungen für einen Auftrag benötigt wird, so werden technische Daten durch die beschriebenen auftragsneutralen Prozesse definiert. Die Verwendung der Seilwinde in dem jeweiligen Auftrag führt zur tatsächlichen Produktion, wodurch die technischen Daten mit beschaffungsrelevanten Daten, wie z.B. Preisen, ergänzt werden, welche auch in die Grunddaten übertragen werden. Wird die Seilwinde zu einem späteren Zeitpunkt in einem anderen Auftrag benötigt, so können die vollständig definierten Daten bereits in die Angebotskalkulation übernommen werden. Diese Übernahme reduziert den Aufwand der Kalkulation und stellt die Verwendung realistischer Daten sicher. Resultiert aus dem Angebot ein Auftrag, so kann die Seilwinde, ohne Mitwirkung der Konstruktion sofort nach Auftragserteilung wieder produziert werden. Die beschriebenen Vorteile sind auch bei Wiederverwendung der Seilwinde in abgewandelter Form erzielbar, da zumindest eine ähnliche Vorlage besteht. Laufende Pflege von Grunddaten verbessert somit bereits die Angebotserstellung.

Die Pflege der Kategorisierung von Komponenten ist ebenfalls ein wichtiger Punkt bei der Verwaltung von Informationen, da dies die Auffindbarkeit einer möglichst den aktuellen Anforderungen entsprechenden Vorlage ermöglicht. Umso mehr eine Vorlage den aktuellen Anforderungen entspricht, umso geringer ist der Aufwand der Anpassung.

Im Endeffekt werden durch zentral verwaltete Informationen Blindleistungen durch schlechte Auffindbarkeit und Fehlleistungen durch mangelnde Abstimmung reduziert. Strukturierte und standardisierte Abläufe erhöhen die Qualität und verringern den Arbeitsaufwand.

Festgelegte Prozesse erleichtern den Arbeitsablauf, da „das Rad nicht jedes mal neu erfunden werden muss“.

7 Begriffserläuterungen

Begriff	Erläuterung
ABC-Analyse	Die ABC-Analyse ist ein Instrument, mit dem Objekte im Unternehmen nach der Verteilung ihrer Werthäufigkeit klassifiziert werden können ⁵⁰
Anlagenbau	Geschäftsfeld, dessen Ziel es ist, technische Anlagen zu realisieren
Baukastenstückliste	Zusammenfassung aller Teile bzw. Baugruppen, die direkt in eine übergeordnete Baugruppe eingehen. Je Fertigungsstufe wird eine gesonderte Stückliste aufgestellt. Die Mengenangaben beziehen sich jeweils auf die übergeordnete Einheit. ⁵¹
Bedarfsverursacher	Komponente deren Bedarf, Bedarfe für Komponenten auslöst welche zur Erzeugung der Komponente erforderlich sind
Beschaffungslogistik/-management	Materialversorgung durch Zukauf, bezüglich Art, Menge, Zeit und Qualität ⁵²
Beschaffungsstrategien: <ul style="list-style-type: none"> • Single Sourcing, • Modular Sourcing, • Global Sourcing 	<ul style="list-style-type: none"> • Single Sourcing bezeichnet die Beschaffung von bestimmten Gütern bei nur einem einzigen Lieferanten (Einzelquellenbezug) • Modular Sourcing bezeichnet den Bezug komplexer Systeme (Baugruppen, Systeme) von wenigen Lieferanten. • Unter Global Sourcing wird der weltweite Bezug von Beschaffungsobjekten verstanden.
Bühnenhaus	Teil des Theatergebäudes, der den Besuchern nicht zugänglich und gegen das übrige Gebäude abgeschlossen ist ⁵³
Bühnenniveau/Nullebene	Oberfläche eines waagrechten Bühnenfußbodens, Bezugsebene zum Bemaßen in der Senkrechten, wird mit ± 0 bezeichnet ⁵⁴
Bühnenturm	Höhe des Bühnenraumes von der Nullebene bis zur Unterkante der Dachfläche ⁵⁵
CAD	Englisch: Computer Aided Design Computergestütztes Konstruieren ⁵⁶

50 Vgl. Wannenwetsch, H., Comperl, P., Illgner, E., Meier, A., Nicolai, S., Schmid, K.:

Integrierte Materialwirtschaft und Logistik, 3.1 ABC-Analyse [15]

51 Vgl. Voigt, K.(2013). Stichwort: Baukastenstückliste [online] [9]

52 Vgl. Wannenwetsch, H., Comperl, P., Illgner, E., Meier, A., Nicolai, S., Schmid, K.:

Integrierte Materialwirtschaft und Logistik, 4.1 Grundlagen des integrierten Beschaffungsmanagements [15]

53 Vgl. Norm DIN 56920 Teil 2. (1970) Theatertechnik, Begriffe für Theatergebäude, 3. Bühnenhaus [16]

54 Vgl. Norm DIN 56920 Teil 2. (1970) Theatertechnik, Begriffe für Theatergebäude, 1. Allgemeine Begriffe [16]

55 Vgl. Norm DIN 56920 Teil 2. (1970) Theatertechnik, Begriffe für Theatergebäude, 3.1.1. Aufteilung, Grundbegriffe [16]

56 Vgl. Lackes, R., Siepermann, M.(2013). Stichwort: CAD [online] [13]

Begriff	Erläuterung
Dokumentenmanagement	Erstellung und Bearbeitung, intelligente Verteilung, die Ein- und Ausgabe sowie Archivierung von und Suche nach Dokumenten ⁵⁷
Eiserner Vorhang/Schutzvorhang	Sicherheitsabschluß zwischen Bühne und Zuschauerraum in der Bühnenöffnung ⁵⁸
Informationslogistik/-management	Effektiver und effizienter Einsatz von Informationen sowie deren Verwaltung und Dokumentation ⁵⁹
Kamineffekt	Physikalischer Effekt, der in der Regel vertikal gerichtete Luftströmungen beschreibt
Lieferkette/Supply Chain Management	Logistikkette über den gesamten Wertschöpfungsprozess von der Rohstoffgewinnung bis hin zum Endverbraucher ⁶⁰
Materialfluss	Transportieren, Handhaben, Lagern ⁶¹
Mengenübersichtsstückliste	Verzeichnis aller in einer Einheit eines Fertigerzeugnisses vorkommenden Teile bzw. Baugruppen nach Materialart und Menge. Nicht ersichtlich ist die genaue strukturelle Zusammensetzung des Fertigerzeugnisses mit Ausweis der einzelnen Fertigungsstufen. ⁶²
Portal/Portalöffnung	Feste oder bewegliche Konstruktion zur Begrenzung der Spielöffnung in einer Veranstaltungsstätte ⁶³
Portalwand	Trennwand zwischen Zuschauerhaus und Bühnenhaus ⁶⁴
Produktionslogistik	Materialversorgung durch Fertigung, bezüglich Art, Menge, Zeit und Qualität ⁶⁵
Prospektzug	Arbeitsmittel mit mehreren Tragmitteln zum Halten, Heben und Senken von Lasten > 200 N, bei dem die Aufnahme der Nutzlast gleichmäßig verteilt oder punktförmig erfolgt und das Lastaufnahmemittel nicht geführt ist. ⁶⁶
Rauchklappen	Klappe, die als unterer Abschluß eines Wand- oder Deckenabzuges dient ⁶⁷
Rollenböcke	Konstruktion zur Aufnahme von Seilrollen

⁵⁷ Vgl. Lackes, R., Siepermann, M.(2013). Stichwort: Dokumentenmanagement [online] [5]

⁵⁸ Vgl. Norm DIN 56920 Teil 6. (1974) Theatertechnik, Begriffe für Sicherheitseinrichtungen, 2. Mechanische Anlagen [18]

⁵⁹ Vgl. Lackes, R., Siepermann, M., Möhrle, M., Specht, D.(2013). Stichwort: Informationslogistik [online] [7]

⁶⁰ Vgl. Voigt, K., Lackes, R., Siepermann, M., Krieger, W.(2013). Stichwort: Supply Chain Management (SCM) [online] [14]

⁶¹ Vgl. Krieger, W.(2013). Stichwort: Materialfluss [online] [2]

⁶² Vgl. Voigt, K., Lackes, R., Siepermann, M.(2013). Stichwort: Mengenübersichtsstückliste [online] [12]

⁶³ Vgl. Norm DIN 56920 Teil 2. (1970) Theatertechnik, Begriffe für Theatergebäude, 3.1.2. Bühnen-Portal [16]

⁶⁴ Vgl. Norm DIN 56920 Teil 2. (1970) Theatertechnik, Begriffe für Theatergebäude, 1. Allgemeine Begriffe [16]

⁶⁵ Vgl. Wannenwetsch, H.,Comperl, P., Illgner, E., Meier, A., Nicolai, S., Schmid, K.:

Integrierte Materialwirtschaft und Logistik, 4.1 Grundlagen des integrierten Beschaffungsmanagements [15]

⁶⁶ Vgl. Norm DIN 56920 Teil 2. (1970) Theatertechnik, Begriffe für Theatergebäude, 1. Allgemeine Begriffe [17]

⁶⁷ Vgl. Norm DIN 56920 Teil 3 (2003). Veranstaltungstechnik; Begriffe für maschinentechnische Einrichtungen, 3.46 Prospektzug [18]

Begriff	Erläuterung
Strukturstückliste	Angabe sämtlicher Teile und Baugruppen, die ein Fertigerzeugnis enthält, in ihrem fertigungstechnischen Zusammenhang. Mengenangaben beinhalten die Mengen, mit denen ein Teil oder eine Baugruppe direkt in eine Einheit einer übergeordneten Baugruppe eingeht. ⁶⁸
Theater-, Veranstaltungs- bzw. Bühnentechnik/Bühnenbau	Bereich der Hebetchnik mit erhöhten Sicherheitsanforderungen, da sich Personen unter schwebenden Lasten aufhalten
Verwendungsnachweis	Bei Verwendungsnachweisen wird festgestellt, in welchen Erzeugnissen einzelne Bestandteile enthalten sind. ⁶⁹
Wiederbeschaffungszeit	Ist die Zeitdauer zwischen der Bestellauslösung und dem Zeitpunkt der Verfügbarkeit des bestellten Materials ⁷⁰
Zuschauerhaus	Teil des Theatergebäudes, der den Besuchern zugänglich und gegen das übrige Gebäude abgeschlossen ist ⁷¹

Tabelle 7.1: Begriffserläuterungen⁷²

68 Vgl. Voigt, K.(2013). Stichwort: Strukturstückliste [online] [11]

69 Vgl. Wannenwetsch, H.,Comperl, P., Illgner, E., Meier, A., Nicolai, S., Schmid, K.: Integrierte Materialwirtschaft und Logistik, 2.5.1.3 Verwendungsnachweis [15]

70 Vgl. Wannenwetsch, H.,Comperl, P., Illgner, E., Meier, A., Nicolai, S., Schmid, K.: Integrierte Materialwirtschaft und Logistik, 2.4.5 Wiederbeschaffungszeit [15]

71 Vgl. Norm DIN 56920 Teil 2. (1970) Theatertechnik, Begriffe für Theatergebäude, 2. Zuschauerhaus [16]

72 Quelle: Eigene Darstellung

8 Literaturverzeichnis

- 1: Altmann J.(2013). Stichwort: Incoterms [online]. URL:
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/54045/incoterms-v8.html> [30.06.2013].
- 2: Krieger, W.(2013). Stichwort: Materialfluss [online]. URL:
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/84173/materialfluss-v5.html> [30.06.2013].
- 3: Lackes R., Siepermann M.(2013). Stichwort: Bewegungsdaten [online]. URL:
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/75175/bewegungsdaten-v6.html> [30.06.2013].
- 4: Lackes R., Siepermann M., Möhrle M. G., Specht D.(2012). Stichwort:
Informationsmanagement [online]. URL:
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/12506/informationsmanagement-v8.html> [30.06.2013].
- 5: Lackes, R., Siepermann, M.(2013). Stichwort: Dokumentenmanagement [online]. URL:
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/75593/dokumentenmanagement-v6.html> [30.06.2013].
- 6: Lackes, R., Siepermann, M.(2013). Stichwort: Stammdaten [online]. URL:
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/57354/stammdaten-v6.html> [30.06.2013].
- 7: Lackes, R., Siepermann, M., Möhrle, M., Specht, D.(2013). Stichwort: Informationslogistik
[online]. URL: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/12506/informationsmanagement-v8.html>
[30.06.2013].
- 8: Voigt, K.(2013). Stichwort: Baugruppe [online]. URL:
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/72542/baugruppe-v5.html> [30.06.2013].
- 9: Voigt, K.(2013). Stichwort: Baukastenstückliste [online]. URL:
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/72956/baukastenstueckliste-v4.html> [30.06.2013].
- 10: Voigt, K.(2013). Stichwort: Losgröße [online]. URL:
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/57174/losgroesse-v6.html> [30.06.2013].
- 11: Voigt, K.(2013). Stichwort: Strukturstückliste [online]. URL:
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/73559/strukturstueckliste-v4.html> [30.06.2013].
- 12: Voigt, K., Lackes, R., Siepermann, M.(2013). Stichwort: Mengenübersichtsstückliste [online].
URL: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/78620/mengenuebersichtsstueckliste-v7.html>
[30.06.2013].
- 13: Voigt, K., Lackes, R., Siepermann, M., Altmann, J.(2013). Stichwort: CAD [online]. URL:
<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/74985/cad-v8.html> [30.06.2013].

- 14: Voigt, K., Lackes, R., Siepermann, M., Krieger, W. (2013). Stichwort: Supply Chain Management (SCM) [online]. URL: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/56470/supply-chain-management-scm-v8.html> [30.06.2013].
- 15: Wannenwetsch, H., Comperl, P., Illgner, E., Meier, A., Nicolai, S., Schmid, K.: Integrierte Materialwirtschaft und Logistik: Beschaffung, Logistik, Materialwirtschaft und Produktion. - 3. Auflage Berlin Heidelberg: Springer, 2007
- 16: Norm DIN 56920 Teil 2 (1970). Theatertechnik; Begriffe für Theatergebäude
- 17: Norm DIN 56920 Teil 3 (2003). Veranstaltungstechnik; Begriffe für maschinentechnische Einrichtungen
- 18: Norm DIN 56920 Teil 6 (1974). Theatertechnik; Begriffe für Sicherheitseinrichtungen
- 19: Norm EN 10025-1 (2005). Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen; Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen
- 20: Norm EN 10029 (2011). Warmgewalztes Stahlblech von 3 mm Dicke an; Grenzabmaße und Formtoleranzen
- 21: Norm EN 4017 (2011). Sechskantschrauben mit Gewinde bis Kopf; Produktklassen A und B
- 22: Norm ÖNORM M9630 Teil 4 (2007). Maschinelle bühnentechnische Einrichtungen; Mechanische Sicherheitseinrichtungen zum Brandschutz
- 23: (Autor nicht angegeben) (2013). Stichwort: Informationsfluss [online]. URL: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/55439/informationsfluss-v3.html> [30.06.2013].

9 Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Alexander Amon

Wien, 02.07.2013